

鳴瀬川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料（案）

令和 年 月

国土交通省 水管理・国土保全局

鳴瀬川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料（案）

目 次

1. 基本高水の検討	1
1.1 工事実施基本計画	1
1.2 河川整備基本方針	2
1.3 河川整備基本方針策定後の状況	3
1.4 新たな流出解析モデルの構築	5
1.5 基本高水のピーク流量の設定	40
1.6 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定	52
1.7 対象降雨波形の設定	59
1.8 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討	62
1.9 主要洪水における降雨量（気候変動考慮）の引き伸ばしと流出計算	77
1.10 アンサンブル予測降雨波形による検討	82
1.11 既往洪水からの検討	95
1.12 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	96
2. 高水処理計画	99
3. 計画高水流量	100
4. 河道計画	101
5. 河川管理施設等の整備の状況	103

1. 基本高水の検討

1.1 工事実施基本計画

昭和 41 年（1966 年）に鳴瀬川水系が一級水系に指定されたことから、鳴瀬川水系工事実施基本計画が策定され、鳴瀬川の計画高水流量を基準地点三本木において $3,000\text{m}^3/\text{s}$ 、吉田川の基準地点落合において計画高水流量を $1,200\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

その後、昭和 55 年（1980 年）に改定された工事実施基本計画における計画規模は、流域内の開発状況等に照らして、計画規模は 1/100 と設定し、基準地点三本木において基本高水のピーク流量を $4,100\text{m}^3/\text{s}$ 、上流ダム群により $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 調節して、計画高水流量を $3,100\text{m}^3/\text{s}$ と定めた。また、支川吉田川においては、鳴瀬川と同様に計画規模を 1/100 とし、基準地点落合において基本高水のピーク流量を $2,300\text{m}^3/\text{s}$ 、上流ダム群により $700\text{m}^3/\text{s}$ 調節して、計画高水流量を $1,600\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

(1) 計画規模

昭和 41 年（1966 年）に定められた工事実施基本計画は、昭和 24 年（1949 年）に定められた計画を踏襲し、流域内の開発状況を勘案して、計画規模 1/100 と設定した。

(2) 対象降雨量

計画降雨継続時間は、実績降雨の降雨時間を考慮して 2 日を採用した。

大正 2 年（1913 年）～昭和 49 年（1974 年）までの 62 年間を対象に年最大流域平均 2 日雨量を確率処理し、鳴瀬川においては基準地点三本木で $312\text{mm}/2$ 日（ハーゼンプロット上位 10 洪水）、吉田川においては基準地点落合で $335\text{mm}/2$ 日（ハーゼンプロット上位 10 洪水）としてそれぞれ決定した。

(3) 流出計算モデル

降雨をハイドログラフに変換するための流出計算モデル（貯留関数法）を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により流出計算モデルを同定した。

(4) 主要洪水における対象降雨量への引き伸ばしと流出計算

流域の過去の主要洪水における降雨波形を対象降雨量まで引き伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算定した。

(5) 基本高水のピーク流量の決定

基本高水のピーク流量は、上記の流出計算結果から、鳴瀬川においては三本木地点で昭和 41 年（1966 年）6 月型洪水を採用し $4,100\text{m}^3/\text{s}$ に、吉田川においては落合地点で昭和 23 年（1948 年）9 月型洪水を採用し $2,300\text{m}^3/\text{s}$ にそれぞれ決定した。

1.2 河川整備基本方針

平成 9 年（1997 年）の河川法改正に伴い、鳴瀬川水系河川整備基本方針（以下、既定計画という）を平成 18 年（2006 年）2 月に策定し、鳴瀬川の基準地点三本木における基本高水のピーク流量を $4,100\text{m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $800\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水流量を $3,300\text{m}^3/\text{s}$ とする計画とした。また、支川吉田川の基準地点落合における基本高水のピーク流量を $2,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $700\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水流量を $1,600\text{m}^3/\text{s}$ とする計画とした。

(1) 対象降雨量の検証

工事実施基本計画を策定した昭和 55 年（1980 年）以降、計画を変更するような大きな降雨、洪水は発生していない。昭和 2 年（1927 年）～平成 14 年（2002 年）までの 76 年間を対象とした 1/100 規模の 2 日雨量を検証した結果、三本木で $292\sim 337\text{mm}/2$ 日、落合で $294\sim 336\text{mm}/2$ 日となり、工事実施基本計画の計画 2 日雨量である、三本木 $312\text{mm}/2$ 日、落合 $335\text{mm}/2$ 日が範囲内であることを確認した。

(2) 流量確率評価による検証

昭和 22 年（1947 年）～平成 14 年（2002 年）の 56 年間による 1/100 確率規模の流量を検証した結果、三本木で $3,090\sim 4,220\text{m}^3/\text{s}$ 、落合で $2,090\sim 2,340\text{m}^3/\text{s}$ となり、工事実施基本計画の基本高水のピーク流量である、三本木 $4,100\text{m}^3/\text{s}$ 、落合 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ が範囲内であることを確認した。

(3) 1/100 規模引き伸ばし雨量を用いた流出計算による検討

主要な実績降雨群について、計画雨量に引き伸ばした雨量を用いて基本高水のピーク流量を算定した結果、三本木地点で昭和 41 年（1966 年）6 月洪水が $4,100\text{m}^3/\text{s}$ で、落合地点で昭和 23 年（1948 年）9 月洪水が $2,300\text{m}^3/\text{s}$ でそれぞれ最大となったため、工事実施基本計画のピーク流量とほぼ同値で流量確率 1/100 の範囲内であることを確認した。

(4) 歴史的洪水による検証

鳴瀬川水系における戦後の大規模出水では、カスリン台風による昭和 22 年（1947 年）9 月、アイオン台風による昭和 23 年（1948 年）9 月が著名であり、吉田川流域では計画雨量相当の雨が降り、吉田川の基本高水のピーク流量 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ 規模の流出があったものと推定される。

また、鳴瀬川の計画雨量相当の降雨をもたらした洪水は、洪水被害状況や水文資料の存在状況を勘案し、再現が可能な洪水として明治 43 年（1910 年）8 月洪水が挙げられ、既往洪水の検証を行うものとした。この結果、明治 43 年（1910 年）8 月洪水は、鳴瀬川三本木地点のピーク流量が既定計画の基本高水のピーク流量 $4,100\text{m}^3/\text{s}$ 程度の洪水であったと推定された。

1.3 河川整備基本方針策定後の状況

平成 18 年（2006 年）の既定計画を策定以降、鳴瀬川の基準地点三本木では、既定計画の計画高水流量（3,300m³/s）を上回る洪水は発生していない。なお、吉田川の基準地点落合では近年の平成 27 年（2015 年）、令和元年（2019 年）にダム・氾濫戻し流量が、計画高水流量（1,600m³/s）相当の洪水が発生している。

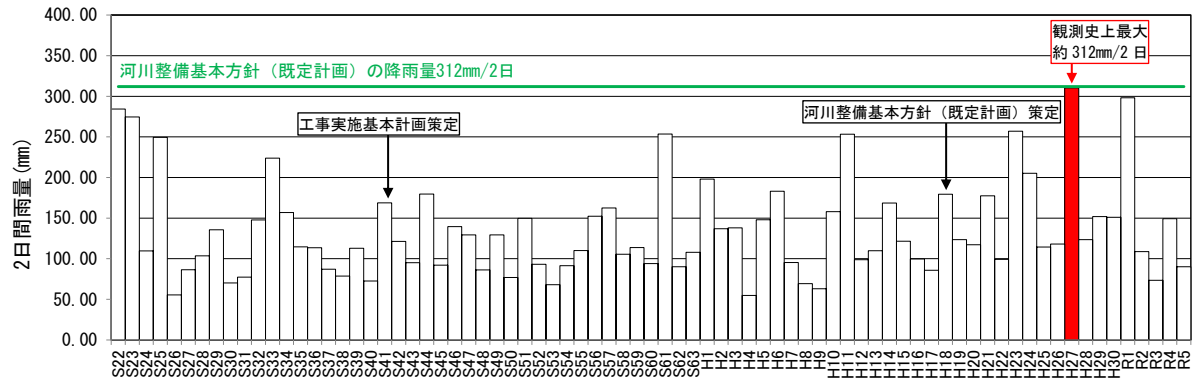


図 1.1 年最大 2 日雨量（基準地点三本木上流域）

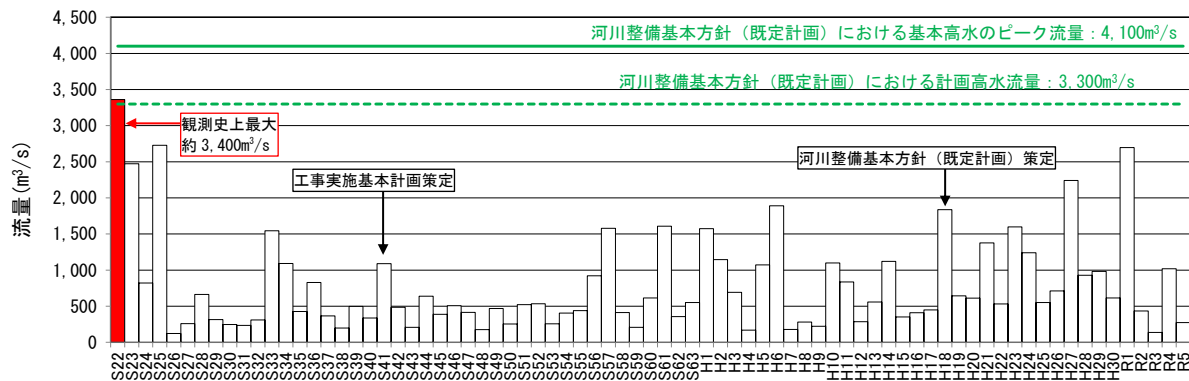


図 1.2 年最大流量（ダム・氾濫戻し流量）（基準地点三本木）

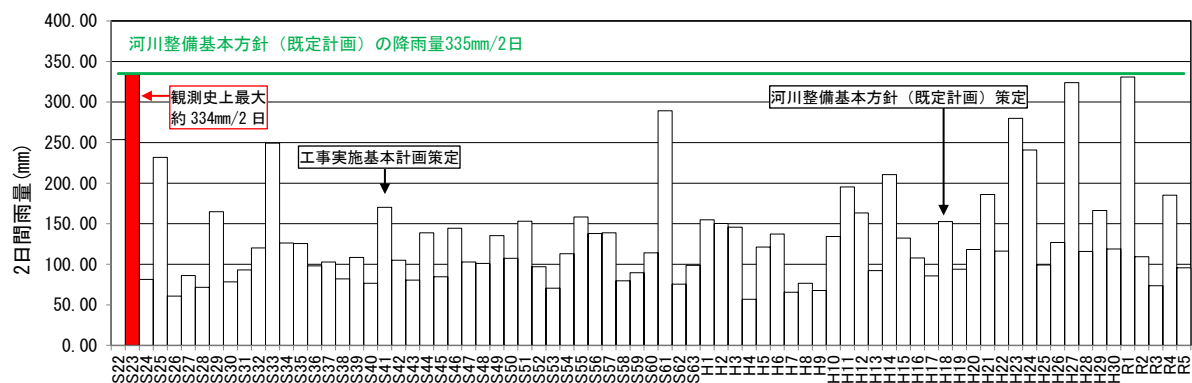


図 1.3 年最大2日雨量（基準地点落合上流域）

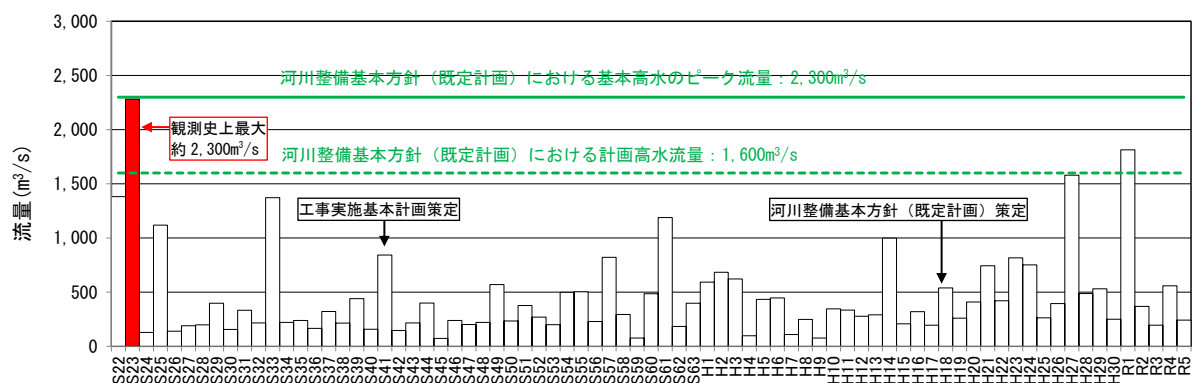


図 1.4 年最大流量（ダム・氾濫戻し流量）（基準地点落合）

1.4 新たな流出解析モデルの構築

降雨をハイドログラフに変換するために流出計算モデル（貯留関数法）を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により、モデルの定数（ k 、 p ）を同定した。貯留関数法の基礎式を次に示す。

流域の貯留関数および連続方程式は、それぞれ下式で表される。

1) 流域の基礎式

流域ブロックの基礎式は、下記のとおりである。

$$\frac{ds}{dt} = r_e - q_l$$

$$s_l(t) = k q_l(t)^p$$

$$q_l(t) = q(t + T_l)$$

ここで s_l : みかけの貯留量 (mm)、 q_l : 遅れ時間 T_l を考慮した直接流出量 (mm/h)、

r_e : 有効降雨強度 (mm/h)、 t : 時間 (h)、 k 、 p 、 T_l : パラメータ

上記の式は、面積率 f_1 の流出域と面積率 $(f_s - f_1)$ の浸透域にそれぞれ適用され、流出域と浸透域の有効降雨強度 r_e は、それぞれ下記の式で求められる。 f_1 は、一次流出率、 f_s は、飽和流出率で大抵は、 $f_s = 1.0$ とする。

$$\text{流出域 } r_e = r$$

$$\begin{aligned} \text{浸透域 } r_e &= 0 \quad 0 \leq \sum r < R_{sa} \\ &= r \quad R_{sa} \leq \sum r \end{aligned}$$

流域ブロック末端の計算流量は、流出域および浸透域における計算直接流出量に基づいて次式で求められる。

$$Q_{cat} = \frac{1}{3.6} \times f_1 \times A \times q_r + \frac{1}{3.6} \times (f_s - f_1) \times A \times q_i + Q_b$$

ここで、 r : 観測された流域平均降雨強度 (mm/h)、 R_{sa} : 飽和雨量 (mm)、 Q_{cat} : 流域ブロック末端の計算流量 (m³/s)、 q_r : 流出域の計算直接流出量 (mm/h)、 q_i : 浸透域の計算直接流出量 (mm/h)、 A : 流域面積 (km²)、 Q_b : 基底流量 (m³/s)

2) 河道の基礎式

① 貯留関数法

河道区間の貯留関数における連続方程式は、それぞれ下記のとおりである。

$$S_l(t) = K \times Q_l(t)^P - T_l \times Q_l(t)$$

$$\frac{dS_l}{dt} = I - Q_l$$

ここで、 S_l ：みかけの貯留量 (m^3)、 Q_l ：遅れ時間 $T_k(s)$ を考慮した流出量、 $Q_l(t) = Q(t + T_l)$ で Q が求めるべき河道ブロック末端の流出量、 I ：河道ブロックへの流入量 (m^3/s)、 t ：時間 (s)、 K 、 P 、 T_l ：河道ブロックのパラメータ

② 河道一次元不定流

河道区間の河道一次元不定流計算の式は、それぞれ下記のとおりである。

連続の式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\int u^2 dA \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{T_r}{\rho} = 0$$

$$\int u^2 dA = \beta U^2 A$$

$$U = \frac{1}{n} R^{2/3} l_b^{1/2}$$

$$\frac{T_r}{\rho} = \frac{gU}{A^{1/3}} \cdot \left(\sum S_i \cdot n_i^{3/2} \right)^{4/3}$$

A ：流れの断面積 (m^2)、 x ：流下方向に沿った座標 (m)、 H ：水位 (m)、
 T_r ：単位長さの河道の河床に作用する力 (N/m)、 u ：ある点での流速 (m/s)、
 ρ ：水の密度 (kg/m^3)、 g ：重力加速度 (m/s^2)、 U ：断面平均流速 (m/s)、
 l_b ：河床勾配、 $R(= A/S)$ ：径深 (m)、 S_i ：同一の粗度を有する i 番目の潤辺部の長さ (m)、
 n_i ：潤辺部での粗度係数 ($\text{m}^{-1/3}\text{s}$)、 t ：時間 (s)

(2) モデルの分割

流出モデルの分割は、基準地点や主要な地点、主要な支川、既存の洪水調節施設、既定計画等を踏まえて、流域を 46 分割、河道を 24 分割し、鳴瀬川および吉田川の降雨特性や流出特性を反映できるモデル分割とした。なお、鳴瀬川および吉田川流域の土地利用状況は、既定計画の策定当時と比較して大きな変化は見られないが、利水ダム貯留による流量低減効果や近年の洪水による支川の氾濫などを表現可能とするため、利水ダム位置や支川流域において細分化を行った。構築した流出モデルの模式図を図 1.6 に示す。

また、鳴瀬川水系の遊水地等による洪水調節施設を適切に表現するため、貯留関数モデルを改良し、国管理区間の河道は不定流計算モデルを適用した。構築した河道不定流計算モデルを図 1.7 河道不定流計算モデル図に示す。

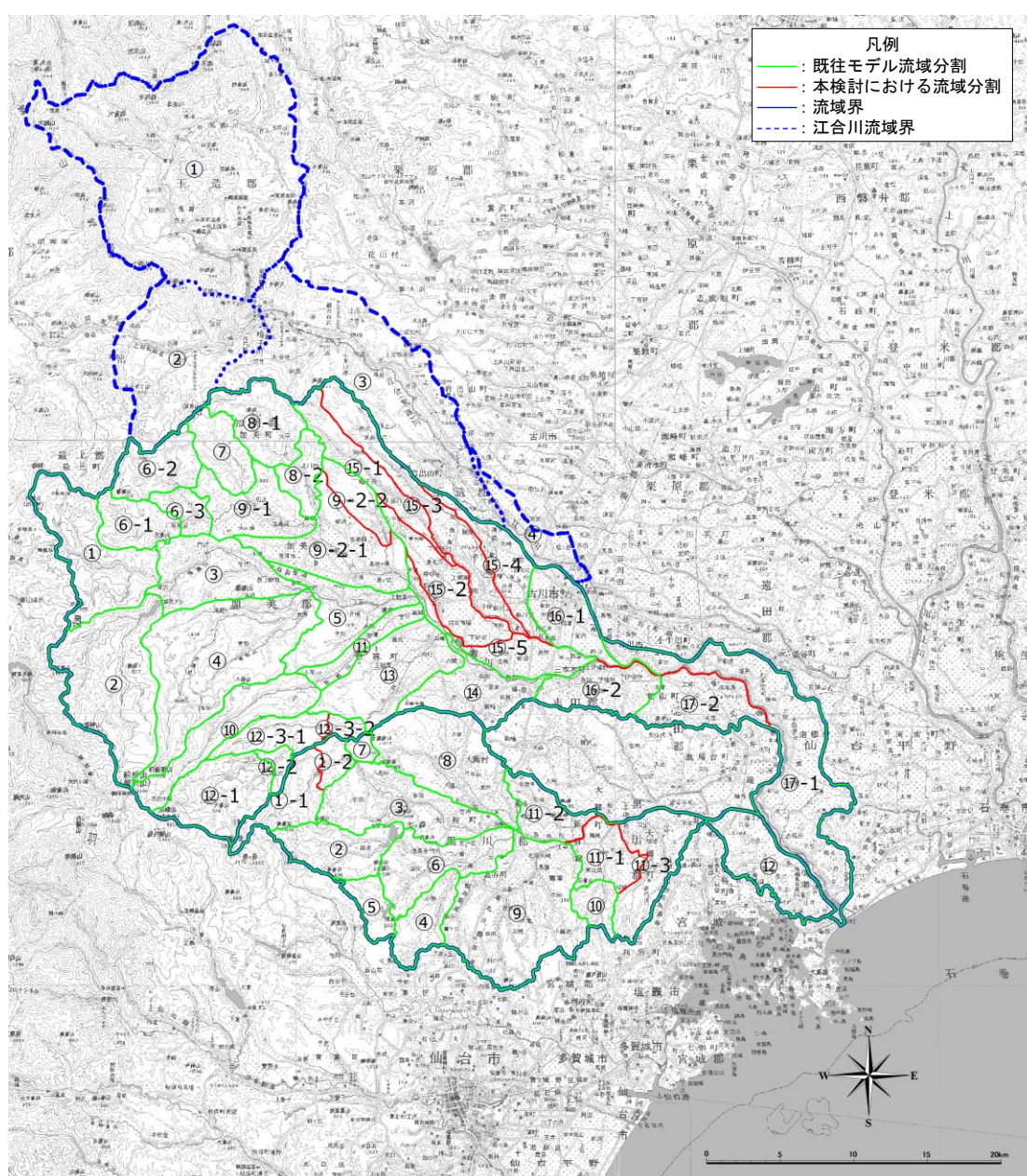


図 1.5 流域分割図

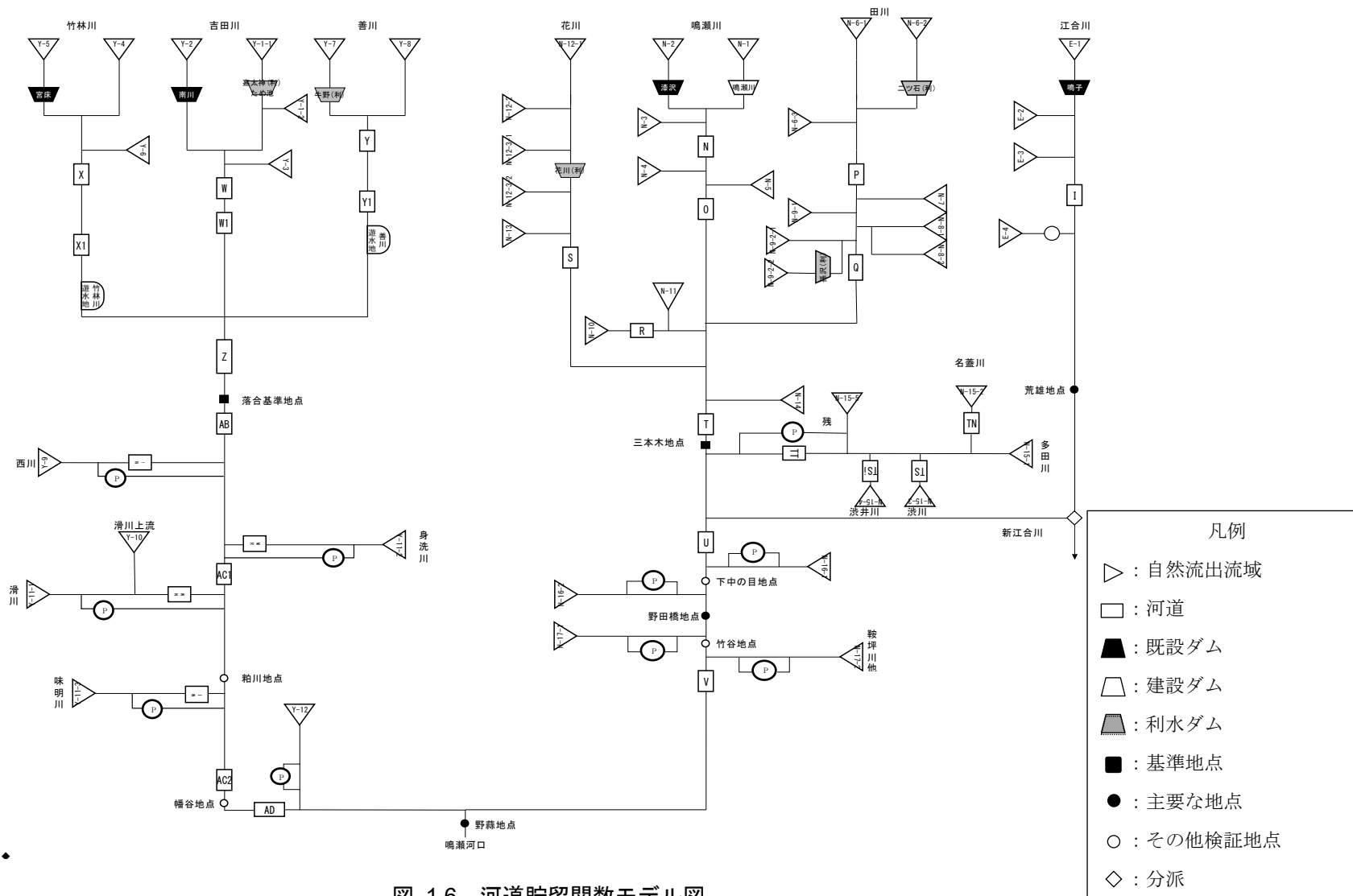


図 1.6 河道貯留関数モデル図

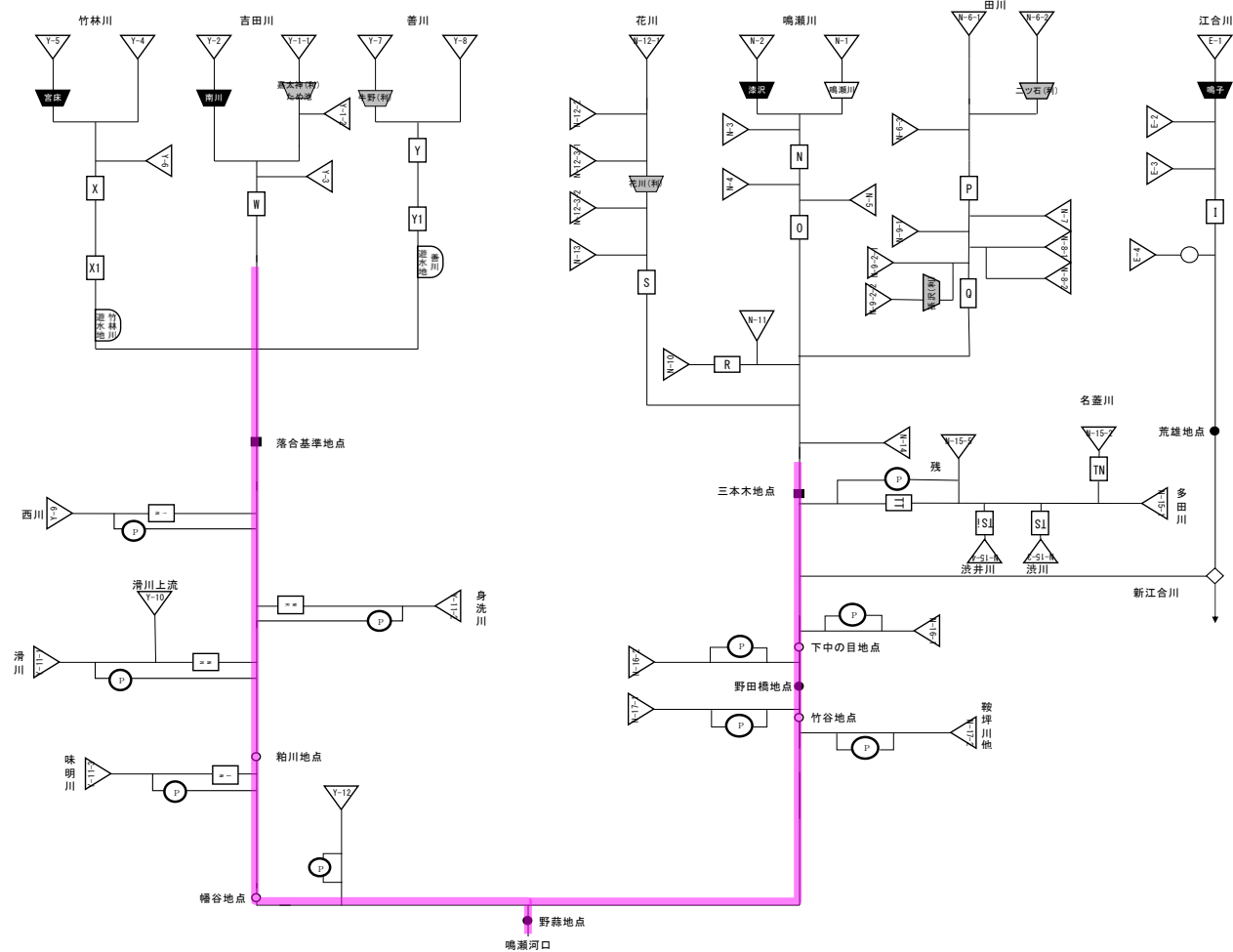


図 1.7 河道不定流計算モデル図

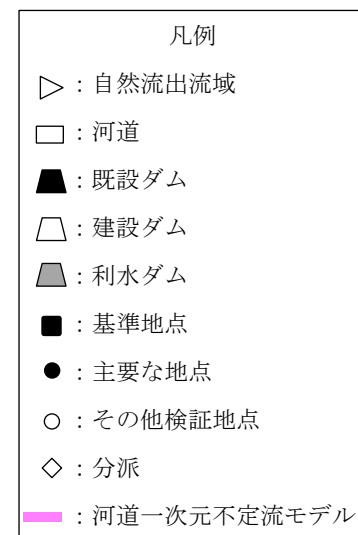


表 1.1 流域モデル分割諸元

流域 NO.	流域名	流域 面積 A (km ²)	基準地点・主要地点等
鳴瀬川			
①	鳴瀬川ダム	42.40	
②	漆沢ダム	58.90	
③	ダム下～青野残	42.03	
④	青野、鹿又川	74.45	
⑤	青野～田川合流	25.78	
⑥-1	田川上流域	15.80	
⑥-2	二ツ石地点	19.10	
⑥-3	田川残流域	7.40	
⑦	澄川地点	16.30	
⑧-1	鳥川地点	23.10	
⑧-2	鳥川残	10.60	
⑨-1	田川筋残	21.10	
⑨-2-1	孫沢ダム下流	30.82	
⑨-2-2	孫沢ダム地点	9.18	
⑩	保野地点	30.60	
⑪	保野川残	10.40	
⑫-1	花川上流地点	31.30	
⑫-2	花川中流地点	3.80	
⑫-3-1	花川上流	14.14	
⑫-3-2	花川ダム下流	3.24	
⑬	花川残	36.36	
⑭	花川～多田川合流	24.00	三本木上流域：550.8km ²
⑮-1	多田川上流域	20.79	
⑮-2	名蓋川	24.70	
⑮-3	渋川	34.78	
⑮-4	渋井川	19.10	
⑮-5	多田川残	20.24	
⑯-1	多田～鈴根五郎（左岸）	18.35	
⑯-2	多田～鈴根五郎（右岸）	18.25	野田橋上流域：707.0km ²
⑰-1	鈴根下流残（鞍坪川）	51.64	
⑰-2	野田橋左岸	17.06	
吉田川			
①-1	嘉太神ダムため池	17.11	
①-2	残流域①	5.82	
②	南川ダム	22.50	
③	吉田川地点	40.47	
④	小野地点	15.50	
⑤	宮床ダム	10.80	
⑥	竹林残	27.50	
⑦	善川地点	3.80	
⑧	善川残	53.70	落合上流域：197.2km ²
⑨	西川流域	68.07	
⑩	滑川上流	10.50	
⑪-1	滑川下流	16.85	
⑪-2	落合左岸	16.64	
⑪-3	味明川	28.13	
⑫	鳴瀬川合流点	28.83	
江合川			
①	鳴子ダム	210.10	
②	大谷川	65.47	
③	築沢川・蛭沢川	115.80	
④	荒雄前	11.27	

表 1.2 河道モデル分割諸元

河川名	河道No.	区間	区間内 河川名	河道延長 (km)
鳴瀬川	N	漆沢ダム～青野川合流点	鳴瀬川	14.0
	O	青野川合流点～田川合流点	鳴瀬川	8.0
	P	6-3流域～鳥川合流点	田川	15.0
	Q	鳥川合流点～鳴瀬川合流点	田川	11.0
	R	保野川～鳴瀬川合流点	保野川	10.0
	S	花川ダム（利）～鳴瀬川合流点	花川	9.0
	T	花川合流点～三本木	鳴瀬川	9.0
	U	三本木～野田橋	鳴瀬川	11.0
	V	野田橋～鹿島台	鳴瀬川	15.0
	TT	多田川県管理区間	多田川	8.0
	TSI	渋井川県管理区間	渋井川	9.0
	TS	渋川県管理区間	渋川	7.0
	TN	名蓋川県管理区間	名蓋川	4.0
吉田川	W	1流域～直轄上流端	吉田川	13.0
	W1	直轄上流端～3川合流点	吉田川	3.0
	X	西成田宮床線～直轄上流端	竹林川	3.0
	X1	直轄上流端～3川合流点	竹林川	3.0
	Y	埋川～直轄上流端	善川	2.0
	Y1	直轄上流端～3川合流点	善川	4.0
	Z	3川合流点～落合	吉田川	1.0
	AB	落合～西川合流点	吉田川	3.0
	AC1	西川合流点～滑川合流点	吉田川	5.0
	AC2	滑川合流点～幡谷	吉田川	7.0
	AD	幡谷～鹿島台	吉田川	5.0

(1) 定数の設定

1) 流域定数 (f_1 、 R_{sa}) の設定

鳴瀬川流域は、富谷市から流下する吉田川、大崎市を中心とする鳴瀬川に分かれており、下流部の東松島市で鳴瀬川と吉田川が合流している。また、既存ダムである漆沢ダム、ニツ石ダム、南川ダム、宮床ダムが存在している。 f_1 、 R_{sa} の検討は、過去の雨量、流量データが観測可能な以下の 8 地点でそれぞれの定数を設定することとした (図 1.8 参照)。

検討にあたっては、各洪水のハイドログラフから基底流出と直接流出の成分分離を行い、成分分離の結果から、各地点の総降雨量と総流出高の関係を整理し、設定を行った。

- ①三本木 (基準地点) ②野田橋 (主要な地点) ③落合 (基準地点)
④幡谷 ⑤漆沢ダム ⑥ニツ石ダム ⑦南川ダム ⑧宮床ダム

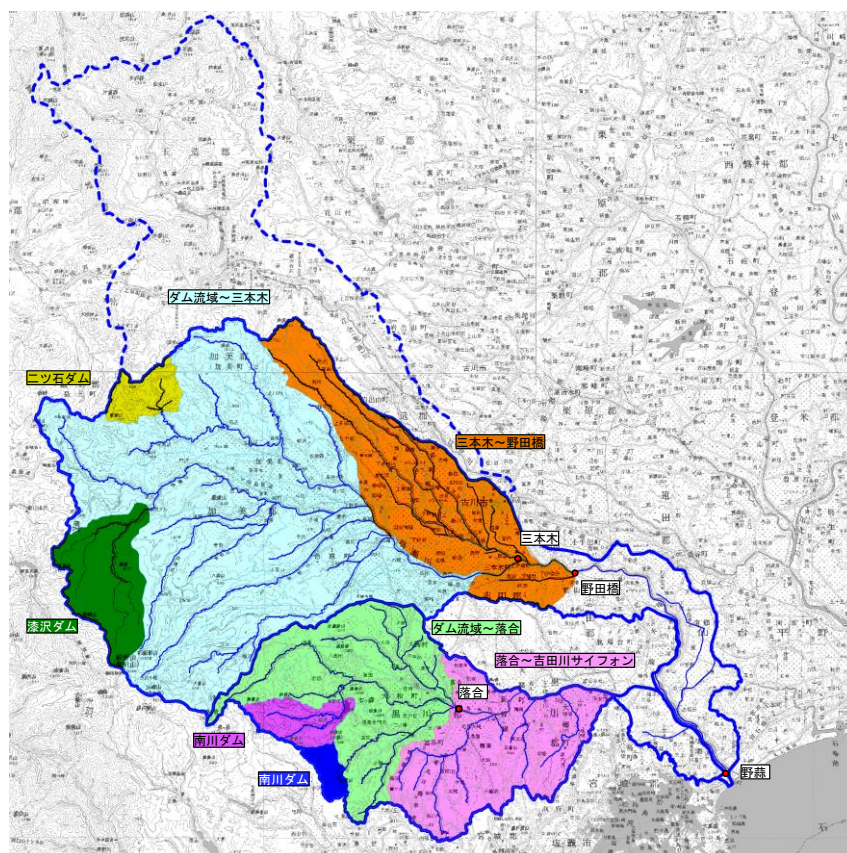


図 1.8 f_1 、 R_{sa} 検討対象流域

定数設定にあたっての検討対象洪水は、基本方針検討以降の平成 15 年（2003 年）～令和 2 年（2020 年）までの各年で観測流量が 1 位となる洪水を対象とした（表 1.3 参照）。

表 1.3 検討対象洪水

鳴瀬川

洪水名	
H15.07.23	H24.05.01
H16.10.07	H25.07.16
H17.08.24	H26.10.13
H18.12.25	H27.09.09
H19.09.05	H28.08.16
H20.08.22	H29.10.21
H21.10.06	H30.08.05
H22.05.22	R01.10.10
H23.09.19	R02.09.10

吉田川

洪水名	
H15.07.23	H24.05.01
H16.10.07	H25.07.16
H17.07.25	H26.10.13
H18.10.05	H27.09.09
H19.07.13	H28.09.08
H20.08.22	H29.10.21
H21.10.06	H30.08.05
H22.05.22	R01.10.10
H23.09.19	R02.07.25

漆沢ダム、ニツ石ダム

洪水名	
H15.07.23	H24.05.01
H16.10.07	H25.07.16
H17.08.24	H26.10.13
H18.12.25	H27.09.09
H19.09.05	H28.08.16
H20.08.22	H29.10.21
H21.10.06	H30.08.05
H22.05.22	R01.10.10
H23.09.19	R02.09.23

南川ダム、宮床ダム

洪水名	
H15.07.23	H24.05.01
H16.10.07	H25.07.16
H17.07.25	H26.10.13
H18.10.05	H27.09.09
H19.07.13	H28.09.08
H20.08.22	H29.10.21
H21.10.06	H30.08.05
H22.05.22	R01.10.10
H23.09.19	R02.07.25

a) 流出成分の分離

流域定数の設定を行う上で、実績流量のハイドログラフをもとに流出成分を分離し、流域定数解析洪水ごとに流域定数の解析地点のハイドログラフについて、ハイドログラフの低減部の指数低減性を利用する方法によって、直接流出成分と間接流出成分の分離を行い、各時刻の直接流出と基底流量を求めた。この成分分離の概念を図 1.9 に示す。

成分分離については、ハイドログラフの低減部を片対数紙に描き、2 本又は 3 本の直線で近似する。2 本の場合はその折れ点、3 本の場合には洪水の終わりから 1 つ目の折れ点が中間流出の終了時点と考えられている。今回は、ピーク以降の流量を 3 本の直線で近似し、洪水の終わりから 1 つ目の折れ点を直接流出の終了地点とした。

初期損失雨量の設定については、洪水の立ち上がり以前の洪水は初期損失雨量として取り扱い、総雨量に含めないものとして整理した。

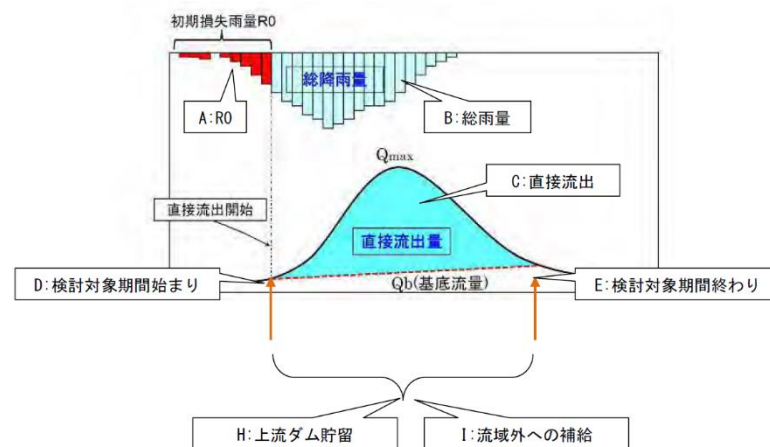


図 1.9 成分分離の概念図

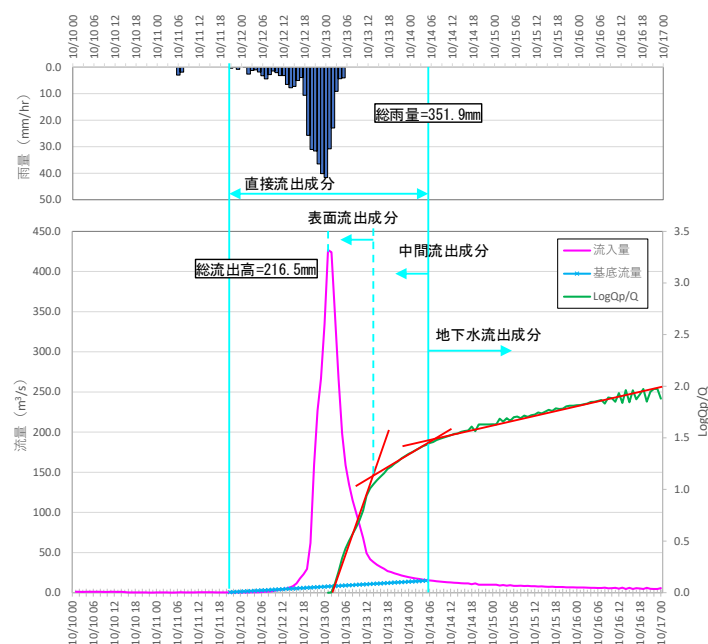


図 1.10 流出成分の分離例

b) 計画 f_1 、 R_{sa} 設定

流出率 f_1 及び飽和雨量 R_{sa} は下記の方法により算出を行った。

- ① a)にて設定した地点の成分分離の結果と流域平均雨量を用いて、総降雨量 $R(\text{mm})$ と総流出高 $q(\text{mm})$ をプロット。
- ② R_{sa} を仮定して、総雨量が R_{sa} より小さい点群について、その座標と原点を結ぶ直線の傾きの平均値 f_1 としたときに、総雨量が R_{sa} より大きい点群について、総雨量と総流出高の差の平均値が $R_{sa} \times (1-f_1)$ となることを満足するよう、 R_{sa} を変化させて平均的な R_{sa} を算出。
- ③ 累加雨量が、飽和雨量を上回った後の流出率（飽和流出率）は、1.0 とする。

f_1 、 R_{sa} 検討地点は a) にて設定した 8 地点とした。

各解析地点における計画 f_1 及び R_{sa} の設定結果を表 1.4 に示す。なお、ここで設定した各地点における定数をその他各小流域に適用した。

表 1.4 解析対象地点における計画 f_1 ・ R_{sa} の設定値

地点	一次損失雨量	
	f_1	R_{sa}
三本木	0.5	150
野田橋	0.5	120
落合	0.5	100
幡谷	0.5	110

地点	一次損失雨量	
	f_1	R_{sa}
二ツ石ダム	0.5	160
漆沢ダム	0.5	160
南川ダム	0.5	150
宮床ダム	0.5	140

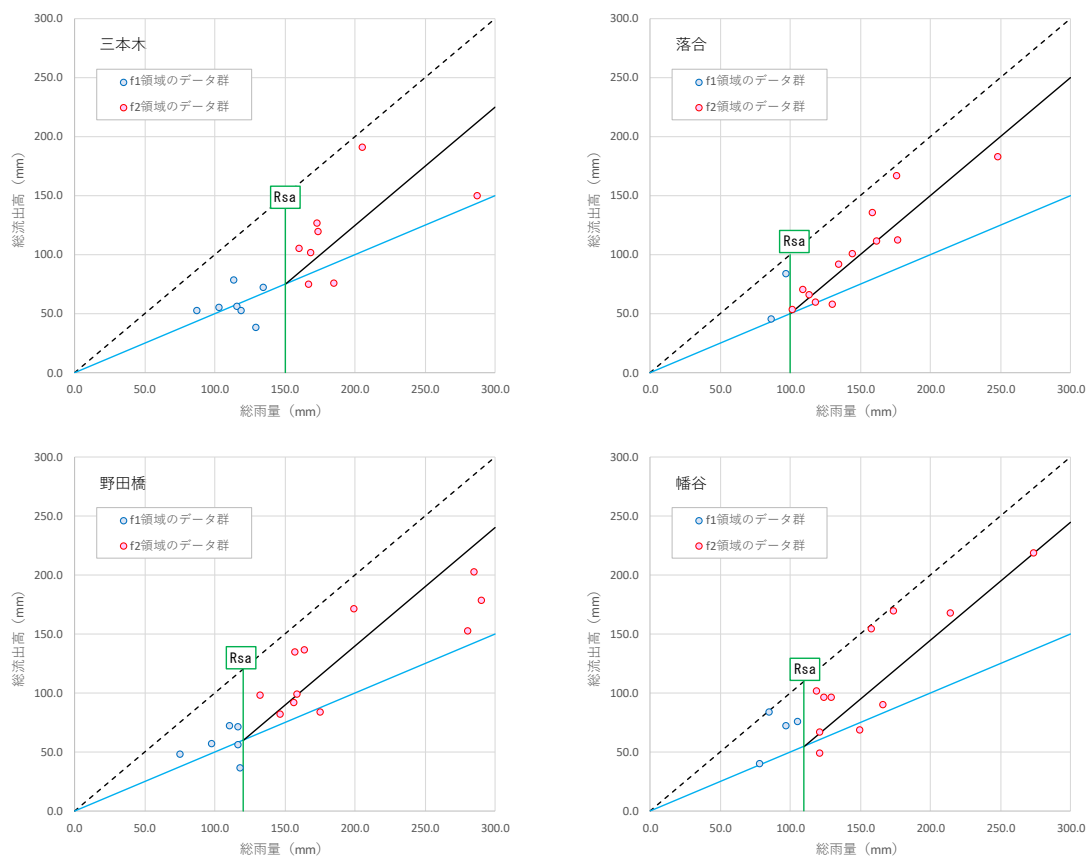


図 1.11 総雨量と総流出高の関係

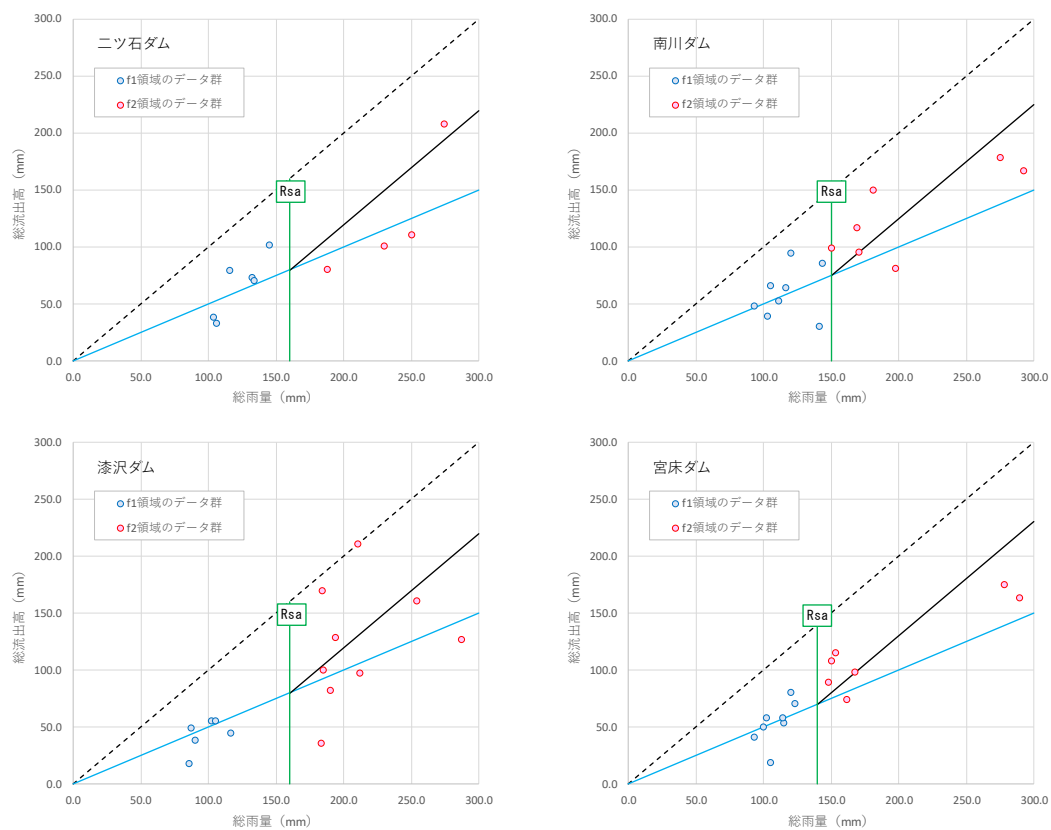


図 1.12 総雨量と総流出高の関係（ダム地点）

2) 流域定数 (K、P、Tl) の設定

a) 代表流域における定数の設定

流出計算に用いる K、P、Tl の設定は、上流域の降雨量と当該地点での流出量の関係が把握可能な地点で行う必要がある。

鳴瀬川流域において自然流量を把握可能な地点は、漆沢ダム、二ツ石ダム、南川ダム、宮床ダムの 4 地点である。

各対象地点における実績ピーク流量（流入量）の上位 5 洪水のデータを用いて K、P、Tl を算出した。

K については、流域の斜面勾配や土地利用等に大きく起因し、過去の実績洪水を基に概ね推定できることから、各地点において最大流量を記録した洪水の定数を用いることとした。

P については、過去の実績洪水を基に、各地点における近年洪水を包含した平均値を用いることとした。

Tl については、各小流域における流末での流出時間に影響するものであり、基準地点等のピーク流量はこれらの合流のタイミング（Tl の組合せ）によって定まることから、対象洪水の平均値を用いることとした。

K、P、Tl は代表地点の流量と流域平均雨量を用いて、貯留高－流出高関係図から解析を行うことで算出した。具体的には貯留高と流出高を両対数でプロットして貯留高－流出高関係図を作成し、Tl を少しずつ変化させ、最もループが小さくなる Tl を求めた。求めた Tl によって両対数でプロットした貯留高－流出高関係図を直線近似し、切片を K、傾きを P としている。検討の結果を表 1.5 に示す。

表 1.5 ダム地点における定数設定結果

代表流域	K	P	Tl(h)
漆沢ダム	44.317	0.299	0.360
二ツ石ダム	20.797	0.372	0.440
南川ダム	51.307	0.336	1.140
宮床ダム	28.147	0.307	0.520

貯留高 s 及び流出高 q は、以下の式にて算出した。

$$s_{(t)} = \sum_{T=0}^{T=t} r_{ave} \times f - \sum_{T=0}^{T=t} q$$

$$q = \frac{3.6}{A}(Q - Q_b)$$

s : 貯留高(mm)

r_{ave} : 流域平均時間雨量(mm/hr)

q : 1 時間の直接流出高(mm/hr)

f : 直接流出開始後の累積降雨が R_{sa} に達するまでは f_1 、達した後は 1.0

Q : 実績流量(m^3/s)

Q_b : 基底流量(m^3/s)

A : 流域面積(km^2)

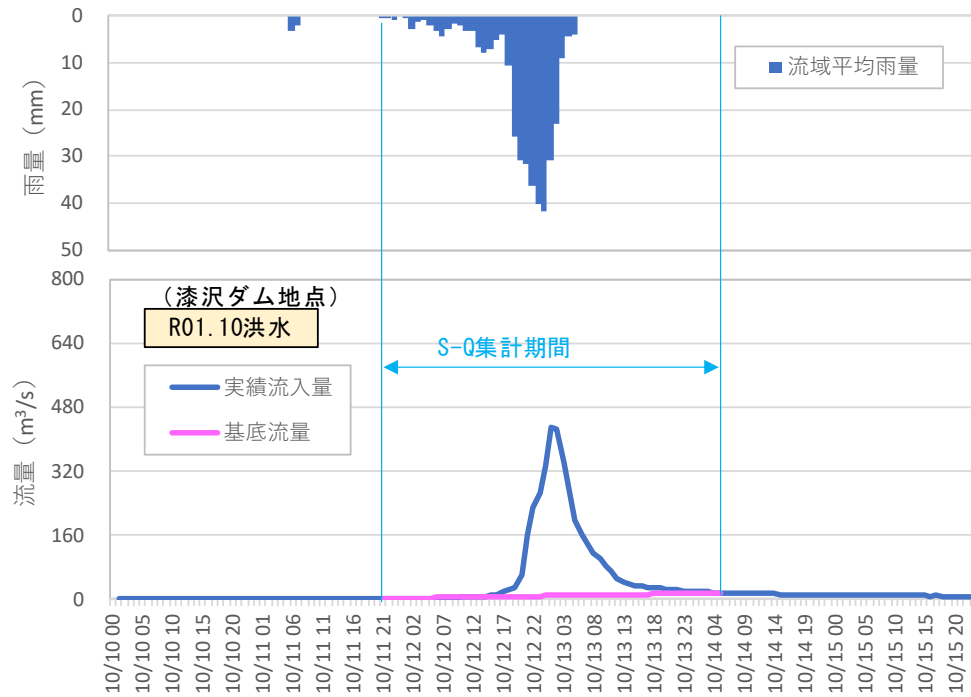


図 1.13 ダム地点における雨量とダム流入量例

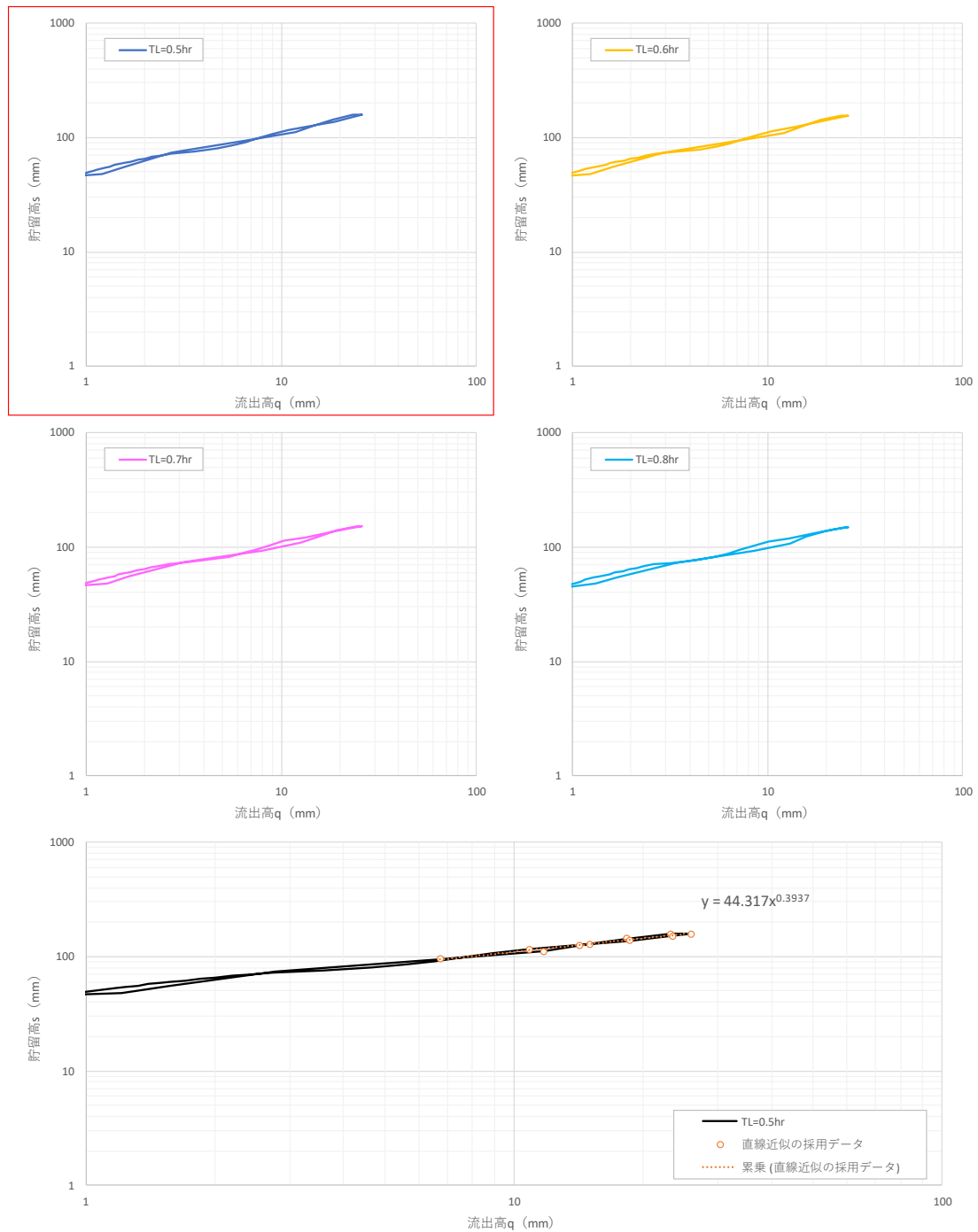


図 1.14 貯留高－流出高関係図例 漆沢ダム R1.10 洪水

表 1.6 流域定数（K、P、TI）設定結果

漆沢ダム

No.	洪水名	実績流量		定数設定 ケース別対 象洪水		流域定数			備考
		ピーク流量	順位	A	B	K	P	TI(h)	
1	H18.12.27	235	4		○	65.202	0.207	0.000	
2	H21.10.8	257	3		○	29.729	0.353	0.200	
3	H23.9.22	213	5		○	50.379	0.194	0.600	
4	H27.9.11	372	2		○	33.166	0.347	0.500	
5	R1.10.13	427	1	○	○	44.317	0.394	0.500	
ケースA：実績ピーク流入量最大洪水における流域定数						44.317	0.394	0.500	R1.10.13
ケースB：対象全洪水の流域定数の平均値						44.559	0.299	0.360	
現計画定数						31.260	0.333	0.190	

□：今回検討における採用値

ニツ石ダム

No.	洪水名	実績流量		定数設定 ケース別対 象洪水		流域定数			備考
		ピーク流量	順位	A	B	K	P	TI(h)	
1	H23.9.22	33	4		○	32.032	0.339	0.500	
2	H24.5.3	27	5		○	20.436	0.388	1.300	
3	H27.9.11	107	1	○	○	20.797	0.544	0.000	
4	H30.8.5	44	2		○	41.900	0.290	0.300	
5	R1.10.13	36	3		○	34.086	0.297	0.100	
ケースA：実績ピーク流入量最大洪水における流域定数						20.797	0.544	0.000	H27.9.11
ケースB：対象全洪水の流域定数の平均値						29.850	0.372	0.440	
現計画定数						24.170	0.333	0.190	

□：今回検討における採用値

南川ダム

No.	洪水名	実績流量		定数設定 ケース別対 象洪水		流域定数			備考
		ピーク流量	順位	A	B	K	P	TI(h)	
1	H21.10.8	95	3		○	18.991	0.345	1.400	
2	H23.9.22	91	4		○	38.203	0.250	1.600	
3	H24.5.3	79	5		○	28.011	0.387	1.000	
4	H27.9.11	188	2		○	28.371	0.387	1.200	
5	R1.10.13	210	1	○	○	51.307	0.313	0.500	
ケースA：実績ピーク流入量最大洪水における流域定数						51.307	0.313	0.500	R1.10.13
ケースB：対象全洪水の流域定数の平均値						32.977	0.336	1.140	
現計画定数						19.926	0.333	0.000	

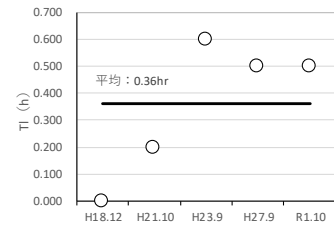
□：今回検討における採用値

宮床ダム

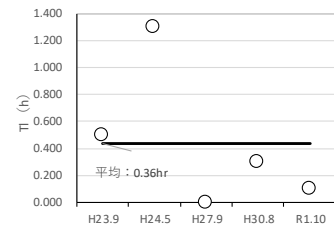
No.	洪水名	実績流量		定数設定 ケース別対 象洪水		流域定数			備考
		ピーク流量	順位	A	B	K	P	TI(h)	
1	H21.10.8	42	4		○	76.118	0.187	0.000	
2	H23.9.22	44	3		○	28.342	0.260	1.400	
3	H24.5.3	35	5		○	33.391	0.385	0.000	
4	H27.9.11	83	1	○	○	28.147	0.379	0.600	
5	R1.10.13	83	2		○	35.258	0.326	0.600	
ケースA：実績ピーク流入量最大洪水における流域定数						28.147	0.379	0.600	H27.9.11
ケースB：対象全洪水の流域定数の平均値						40.251	0.307	0.520	
現計画定数						16.728	0.333	0.000	

□：今回検討における採用値

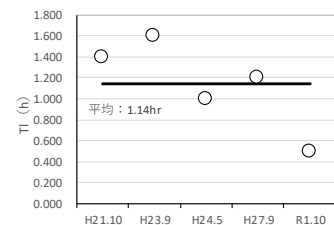
漆沢ダム



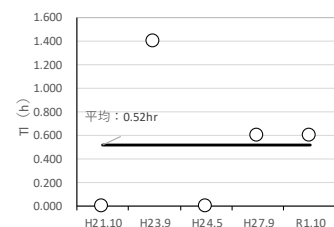
ニツ石ダム



南川ダム



宮床ダム



b) 小流域における定数の設定

前述に設定した代表地点流域では、各々の地点における実績雨量と実績流量の関係から流域定数を設定した。上記以外の小流域の K、P 値を求める際には、以下の考え方を採用することとした。

- ・ K 値はリザーブ定数を用いた経験式の考え方を利用する。
- ・ 代表地点上流の地質特性と類似する小流域は、最適なりザーブ式を選定して K 値を算定する。
- ・ P 値は、K 値算定に用いた代表地点の値を一様に採用する。

【リザーブ式】

$$K = \alpha \times C \times I^{-1/3} \times L^{1/3}$$

α : 定数

C : 流域粗度（自然流域0.12、都市流域0.012）

I : 流域勾配

L : 流路長

表 1.7 代表地点における定数設定結果

流域	C	L (km)	I	K	α
漆沢ダム	0.120	16.140	0.036	44.317	48.361
二ツ石ダム	0.120	5.040	0.036	20.797	33.368
南川ダム	0.120	8.290	0.015	51.307	51.946
宮床ダム	0.120	4.980	0.029	28.147	42.018

代表地点上流域の流域粗度、流域勾配、流路長は、以下の考え方にて設定した。

【流域粗度】

- ・ 流域内の土地利用を整理し、係数（自然流域：0.12、都市流域：0.012）を乗じて算出。
- ・ 土地利用状況は、国土数値情報土地利用細分メッシュ（平成26年度）より整理。
- ・ 自然流域、都市流域の分類は以下のとおりとした。
自然流域・・・水面、山林、水田、原野・畑
都市流域・・・建物用地、道路、鉄道

【流域勾配、流路長】

- ・ 代表地点上流域における各小流域毎に流域上流端から末端までの延長（流路長）及び地盤高を計測（地盤高は基盤地図情報の10mメッシュ地盤高をもとに、河道付近の地盤高を計測）
- ・ 上記作業を行い、流域面積比にて代表地点までの平均延長、平均勾配を算出

表 1.8 土地利用状況別面積及び流域粗度 C の算定結果および流域諸元

流域名	流域面積	水面	山林	水田	原野・畑	建物用地	道路	鉄道	流域粗度C
	(km ²)	0.000	0.120	0.120	0.120	0.012	0.012	0.012	
漆沢ダム	58.90	0.6	57.9	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.119
ニツ石ダム	19.10	0.2	18.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.119
南川ダム	22.50	0.6	20.1	1.1	0.5	0.2	0.0	0.0	0.116
宮床ダム	10.80	0.3	10.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.115

概ね各ダム地点流域は 0.120（自然流域）となる。

※土地利用別面積は、国土数値情報土地利用細分メッシュ（令和 3 年度）より整理

地点	流域 No		最低標高 (T. P. m)	最高標高 (T. P. m)	延長 (km)	単純勾配 (I)	平均勾配 (I)
漆沢ダム	鳴瀬川	②	265.8	1041.4	16.1	0.0481	0.0362
ニツ石ダム	鳴瀬川	⑥-2	208.0	440.6	5.0	0.0462	0.0360
南川ダム	吉田川	②	90.6	275.0	8.3	0.0222	0.0149
宮床ダム	吉田川	⑤	95.0	263.8	5.0	0.0339	0.0286

設定した式及び各小流域の流域勾配 I 、流路延長 L から K 値を算出する。なお、各流域に用いるリザーブ式は、流域の地質特性が最も類似した代表地点のリザーブ式とした。流域の地質特性は、以下の考え方で類似性を評価した。ここでは、各小流域と代表流域の地質について、岩類分布を評価した。シームレス地質図にて大枠で分類されている①堆積岩類、②火山岩類、③深成岩類、に分け、内訳に近い流域を類似性が高いとした。

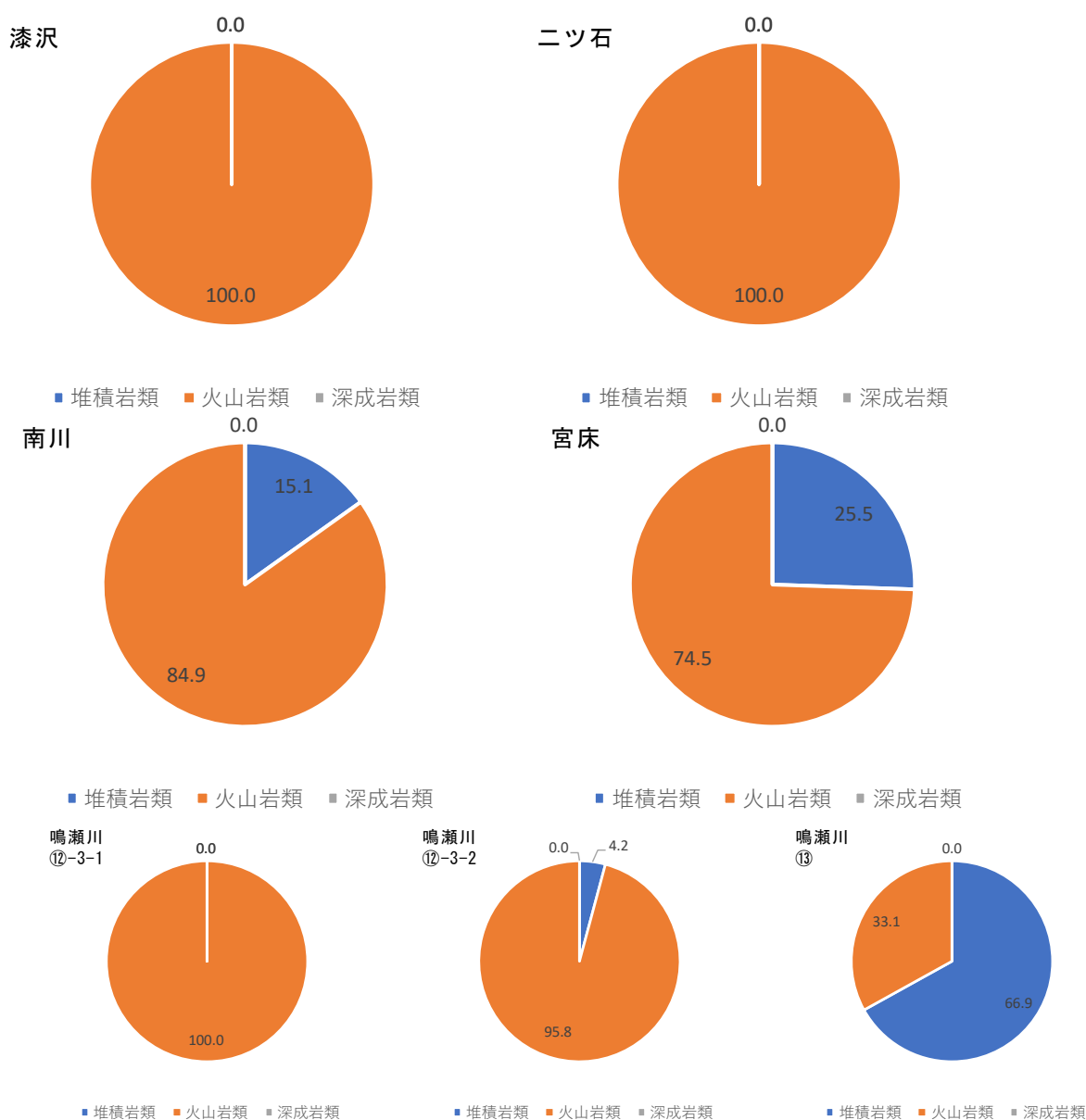
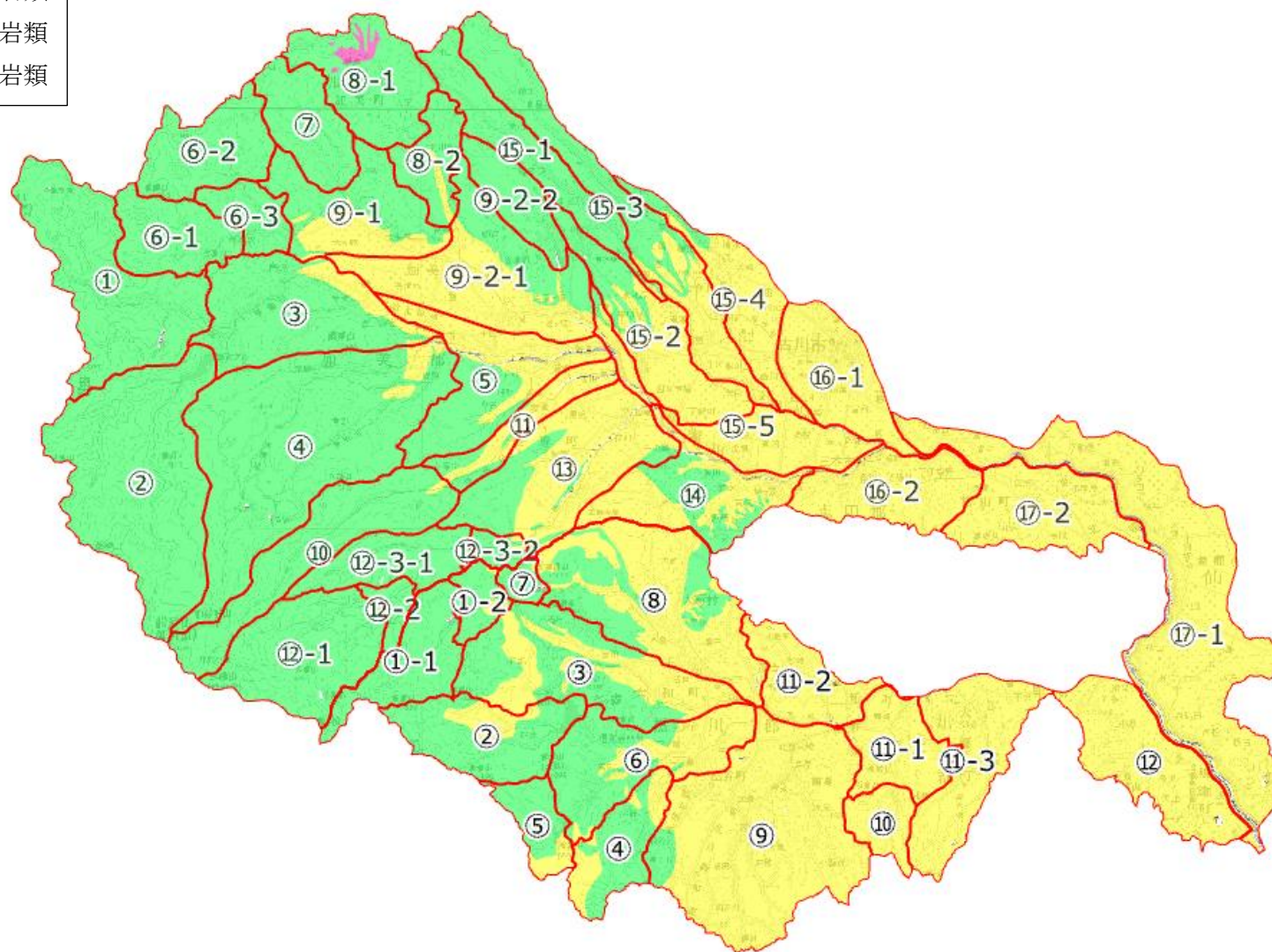


図 1.15 各流域の地質分布（例）

表 1.9 リザーブ式使用流域の評価

流域	堆積岩類 (%)	火山岩類 (%)	深成岩類 (%)
漆沢	0.0	100.0	0.0
二ツ石	0.0	100.0	0.0
南川	15.1	84.9	0.0
宮床	25.5	74.5	0.0

流域 No	堆積岩類 (%)	火山岩類 (%)	深成岩類 (%)	相関係数			
				漆沢	二ツ石	南川	宮床
①	0.1	99.9	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
②	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
③	12.6	87.4	0.0	0.99	0.99	1.00	0.98
④	2.6	97.4	0.0	1.00	1.00	0.99	0.95
⑤	49.7	50.3	0.0	0.51	0.51	0.65	0.77
⑥-1	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑥-2	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑥-3	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑦	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑧-1	0.0	91.7	8.3	1.00	1.00	0.97	0.91
⑧-2	12.9	87.1	0.0	0.99	0.99	1.00	0.98
⑨-1	36.6	63.4	0.0	0.82	0.82	0.90	0.96
⑨-2-1	71.3	28.7	0.0	-0.11	-0.11	0.06	0.23
⑨-2-2	0.1	99.9	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑩	0.4	99.6	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑪	69.8	30.2	0.0	-0.08	-0.08	0.09	0.26
⑫-1	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑫-2	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑫-3-1	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
⑫-3-2	4.2	95.8	0.0	1.00	1.00	0.99	0.95
⑬	66.9	33.1	0.0	-0.01	-0.01	0.16	0.33
⑭	71.5	28.5	0.0	-0.12	-0.12	0.05	0.23
⑮-1	3.4	96.6	0.0	1.00	1.00	0.99	0.95
⑮-2	75.6	24.4	0.0	-0.20	-0.20	-0.04	0.14
⑮-3	40.5	59.5	0.0	0.75	0.75	0.85	0.93
⑮-4	89.1	10.9	0.0	-0.40	-0.40	-0.24	-0.07
⑮-5	96.4	3.6	0.0	-0.47	-0.47	-0.32	-0.15
⑯-1	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑯-2	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑰-1	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑰-2	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
①-1	0.0	100.0	0.0	1.00	1.00	0.99	0.94
①-2	85.2	14.8	0.0	-0.35	-0.35	-0.19	-0.02
②	15.1	84.9	0.0	0.99	0.99	1.00	0.98
③	39.7	60.3	0.0	0.76	0.76	0.86	0.94
④	34.8	65.2	0.0	0.85	0.85	0.92	0.98
⑤	25.5	74.5	0.0	0.94	0.94	0.98	1.00
⑥	41.6	58.4	0.0	0.72	0.72	0.83	0.91
⑦	5.6	94.4	0.0	1.00	1.00	0.99	0.96
⑧	66.5	33.5	0.0	0.00	0.00	0.17	0.34
⑨	96.6	3.4	0.0	-0.47	-0.47	-0.32	-0.15
⑩	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑪-1	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑪-2	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑪-3	100.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	-0.35	-0.18
⑫	85.2	14.8	0.0	-0.35	-0.35	-0.19	-0.02



また、流路勾配Ⅰの算出方法の一例として、鳴瀬川流域①における算出結果を以下に示す。各流域の Tl は、代表地点にて設定された Tl をそれぞれの流域の流路長比により設定した。流域平均勾配の算出にあたっては、流路長延長経路と地形を調査し、平均的な勾配を算定することにより地形特性を反映することとした。

流域粗度は、流域内の土地利用状況をもとに整理し、係数（自然流域 0.12、都市流域 0.012）を乗じて算出した。

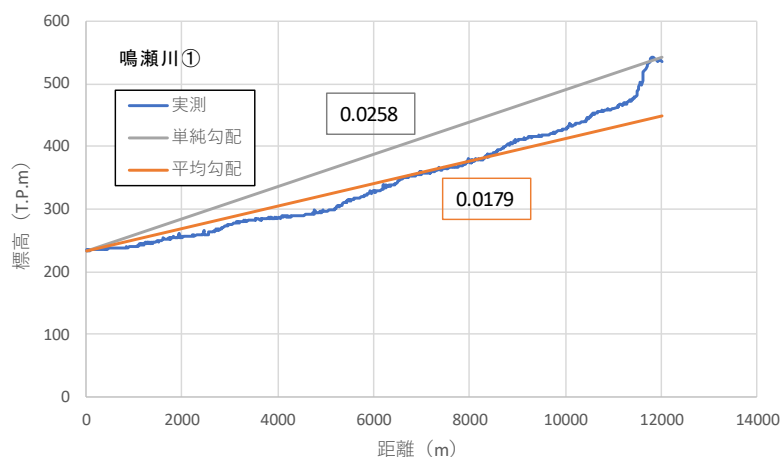


図 1.17 流域平均勾配の算定結果

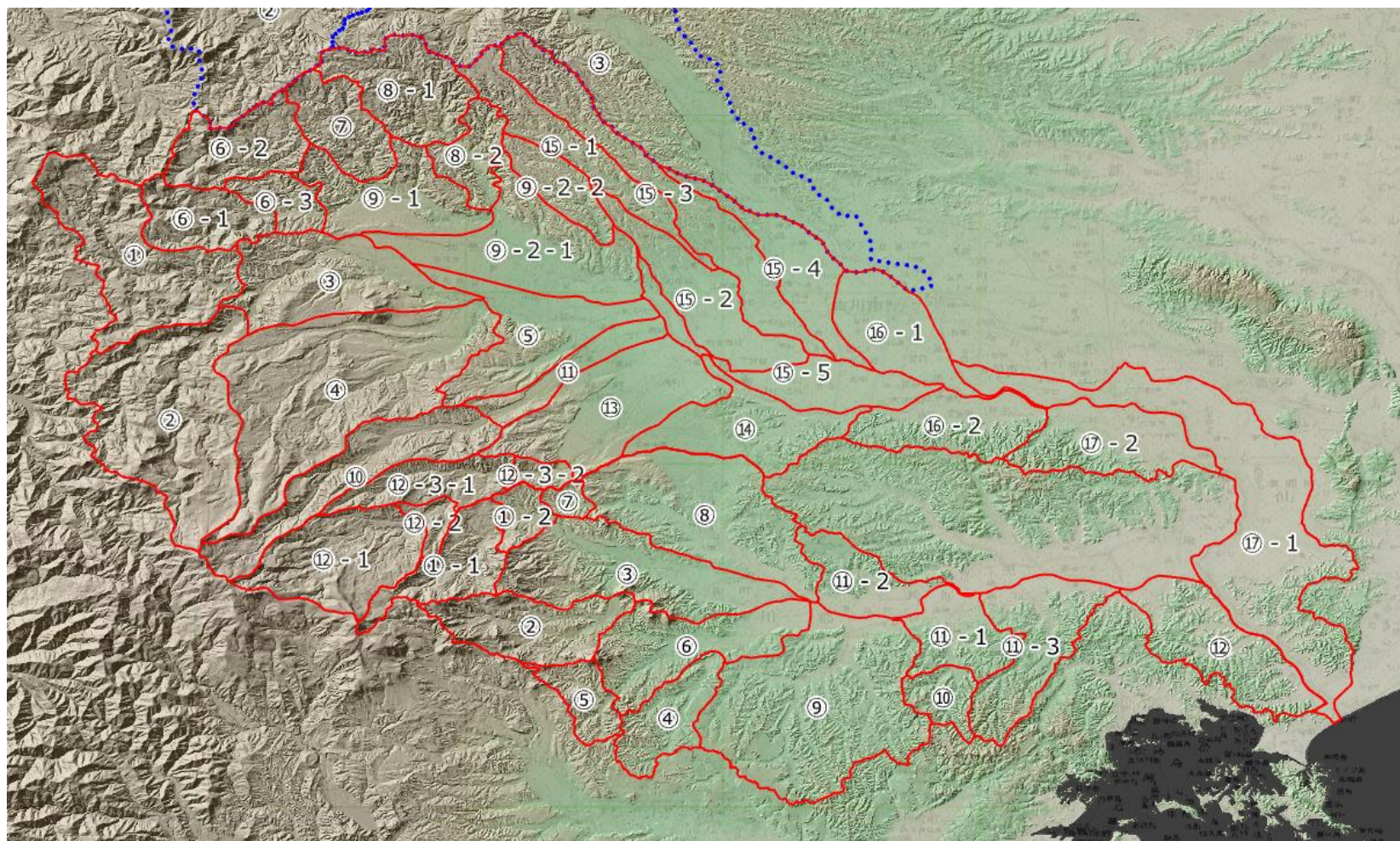
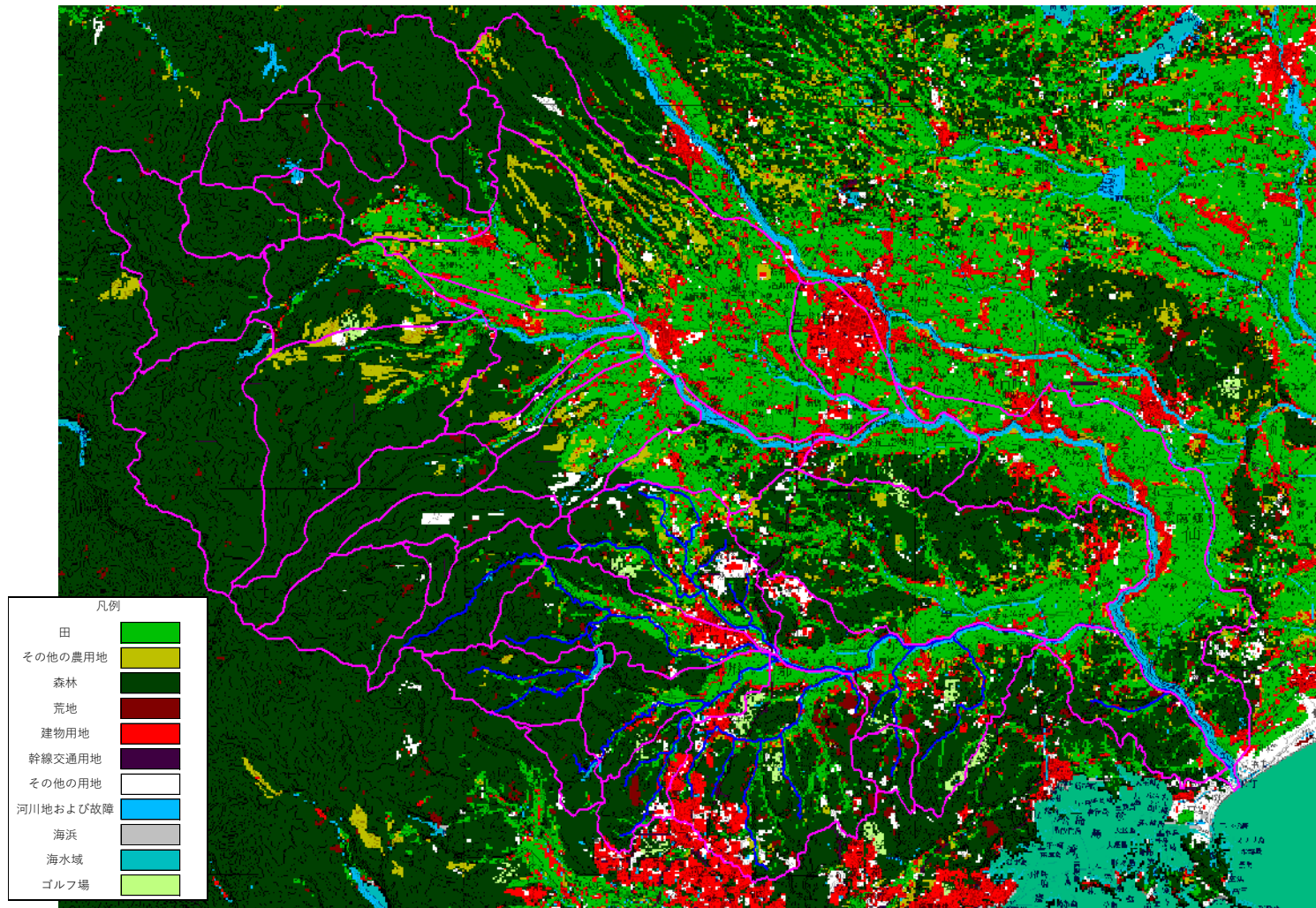


图 1.18 鳴瀬川流域地形標高図

表 1.10 土地利用状況別の面積と流域粗度 C の算定結果

流域		流域面積	水面	山林	水田	原野・畑	建物用地	道路	流域粗度C
			0.000	0.120	0.120	0.120	0.012	0.012	
No		(km ²)							
鳴瀬川	①	42.40	0.2	42.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.119
	②	58.90	0.6	57.9	0.0	0.3	0.1	0.0	0.119
	③	42.03	0.8	29.1	6.6	3.9	1.5	0.0	0.114
	④	74.45	0.4	62.2	4.6	6.0	1.2	0.0	0.118
	⑤	25.78	2.0	10.7	9.3	1.6	2.2	0.0	0.101
	⑥-1	15.80	0.0	15.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.120
	⑥-2	19.10	0.2	18.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.119
	⑥-3	7.40	0.2	6.7	0.2	0.2	0.1	0.0	0.115
	⑦	16.30	0.0	16.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.120
	⑧-1	23.10	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.120
	⑧-2	10.60	0.1	9.9	0.6	0.1	0.0	0.0	0.119
	⑨-1	21.10	0.3	14.2	4.6	1.0	0.9	0.0	0.114
	⑨-2-1	30.82	1.0	9.8	15.2	2.1	2.8	0.0	0.106
	⑨-2-2	9.18	0.1	7.3	0.4	1.3	0.0	0.0	0.118
	⑩	30.60	0.1	29.5	0.4	0.6	0.1	0.0	0.119
	⑪	10.40	0.7	2.9	4.8	0.6	1.3	0.0	0.098
	⑫-1	31.30	0.0	30.8	0.0	0.3	0.1	0.0	0.119
	⑫-2	3.80	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.119
	⑫-3-1	14.14	0.0	13.1	0.0	0.1	0.9	0.0	0.113
	⑫-3-2	3.24	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.118
	⑬	36.36	1.0	12.2	15.9	3.2	4.1	0.0	0.104
	⑭	24.00	2.5	5.4	11.2	1.9	2.7	0.2	0.094
	⑮-1	20.79	0.1	15.1	2.5	2.7	0.5	0.0	0.117
	⑮-2	24.70	0.1	3.5	13.4	2.8	4.9	0.0	0.098
	⑮-3	34.78	0.3	16.5	11.5	3.8	2.6	0.0	0.111
	⑮-4	19.10	0.1	1.6	12.8	1.5	3.1	0.1	0.102
	⑮-5	20.24	1.9	0.7	12.4	0.7	4.3	0.2	0.084
	⑯-1	18.35	0.6	0.0	7.4	0.1	9.9	0.4	0.055
	⑯-2	18.25	1.8	7.6	6.2	1.0	1.6	0.1	0.098
	⑰-1	51.64	6.3	7.3	29.0	1.7	7.3	0.1	0.090
	⑰-2	17.06	0.9	6.3	7.3	0.5	2.2	0.0	0.100
吉田川	①-1	17.11	0.1	16.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.119
	①-2	5.82	0.2	3.8	1.3	0.2	0.3	0.0	0.110
	②	22.50	0.6	20.1	1.1	0.5	0.2	0.0	0.116
	③	40.47	0.3	25.1	8.1	1.2	5.5	0.2	0.104
	④	15.50	0.1	10.4	1.8	0.8	2.2	0.2	0.102
	⑤	10.80	0.3	10.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.115
	⑥	27.50	0.5	16.6	7.3	0.7	2.4	0.1	0.108
	⑦	3.80	0.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.115
	⑧	53.70	1.2	24.3	13.7	4.6	9.2	0.6	0.098
	⑨	68.07	1.3	34.7	11.8	6.2	13.2	0.9	0.095
	⑩	10.50	0.0	7.9	0.9	1.1	0.6	0.0	0.113
	⑪-1	16.85	1.3	5.2	5.6	1.9	2.9	0.0	0.093
	⑪-2	16.64	0.5	6.6	5.7	0.2	3.4	0.2	0.093
	⑪-3	28.13	1.6	15.1	7.0	2.0	2.4	0.0	0.104
	⑫	28.83	0.8	18.6	6.7	1.1	1.5	0.2	0.110

国土数値情報土地利用細分メッシュ（令和3年度）より整理



国土数値情報土地利用細分メッシュ（令和 3 年度）より整理

図 1.19 鳴瀬川流域土地利用図

表 1.11 鳴瀬川流域における流域定数一覧表

流域 No	流域面積 A (km ²)	流域定数					流路長 L (km)	勾配 I	流域粗度 C	流域定数 最適 流域	f1 Rsa 代表流域
		K	P	Tl (h)	f1	Rsa (mm)					
鳴瀬川	①	42.4	50.792	0.299	0.300	0.5	160	12.0	0.018	0.120	1
	②	58.9	44.317	0.299	0.400	0.5	160	16.1	0.036	0.120	1
	③	42.0	64.268	0.299	0.300	0.5	160	13.5	0.009	0.118	1
	④	74.5	51.635	0.299	0.500	0.5	160	20.3	0.028	0.119	1
	⑤	25.8	54.516	0.307	0.800	0.5	140	7.8	0.004	0.107	4
	⑥-1	15.8	25.510	0.372	0.500	0.5	160	6.0	0.023	0.120	2
	⑥-2	19.1	20.797	0.372	0.400	0.5	160	5.0	0.036	0.120	2
	⑥-3	7.4	20.242	0.372	0.200	0.5	160	2.7	0.021	0.120	2
	⑦	16.3	25.515	0.372	0.600	0.5	160	6.5	0.025	0.120	2
	⑧-1	23.1	25.520	0.372	0.700	0.5	160	7.5	0.029	0.120	2
	⑧-2	10.6	38.192	0.372	0.500	0.5	160	5.6	0.006	0.120	2
	⑨-1	21.1	64.248	0.307	1.200	0.5	140	11.6	0.005	0.117	4
	⑨-2-1	30.8	60.175	0.307	1.000	0.5	140	9.9	0.004	0.109	4
	⑨-2-2	9.2	34.795	0.372	0.600	0.5	140	6.6	0.010	0.119	2
	⑩	30.6	42.718	0.299	0.300	0.5	140	15.5	0.039	0.120	1
	⑪	10.4	41.328	0.307	1.000	0.5	140	9.6	0.014	0.111	4
	⑫-1	31.3	30.948	0.299	0.200	0.5	140	7.0	0.045	0.119	1
	⑫-2	3.8	25.838	0.299	0.000	0.5	140	1.8	0.021	0.120	1
	⑫-3-1	14.1	39.057	0.299	0.100	0.5	140	4.0	0.013	0.120	1
	⑫-3-2	3.2	33.566	0.299	0.100	0.5	140	2.8	0.014	0.119	1
	⑬	36.4	43.446	0.307	1.000	0.5	140	9.4	0.012	0.111	4
	⑭	24.0	136.590	0.307	0.900	0.5	140	8.3	0.000	0.102	4
	⑮-1	20.8	45.175	0.372	1.500	0.5	140	16.8	0.011	0.118	2
	⑮-2	24.7	62.330	0.307	0.900	0.5	140	8.3	0.003	0.107	4
	⑮-3	34.8	67.274	0.307	2.300	0.5	140	21.7	0.008	0.114	4
	⑮-4	19.1	58.793	0.307	1.500	0.5	140	14.3	0.007	0.108	4
	⑮-5	20.2	75.010	0.307	0.600	0.5	140	6.2	0.001	0.091	4
	⑯-1	18.3	52.403	0.307	0.600	0.5	120	6.0	0.002	0.086	4
	⑯-2	18.3	84.122	0.307	0.900	0.5	120	8.2	0.001	0.100	4
	⑰-1	51.6	119.286	0.307	1.000	0.5	120	9.9	0.000	0.096	4
	⑰-2	17.1	70.214	0.307	0.800	0.5	120	7.9	0.002	0.101	4
吉田川	①-1	17.1	28.459	0.299	0.100	0.5	150	4.8	0.040	0.120	1
	①-2	5.8	26.113	0.307	0.300	0.5	150	3.3	0.020	0.113	4
	②	22.5	51.307	0.336	1.100	0.5	150	8.3	0.015	0.120	3
	③	40.5	76.067	0.307	1.500	0.5	100	14.6	0.004	0.115	4
	④	15.5	57.571	0.307	0.700	0.5	140	7.0	0.005	0.119	4
	⑤	10.8	28.147	0.307	0.500	0.5	140	5.0	0.029	0.120	4
	⑥	27.5	52.003	0.307	0.900	0.5	140	8.4	0.006	0.111	4
	⑦	3.8	27.252	0.299	0.000	0.5	100	2.1	0.019	0.118	1
	⑧	53.7	73.173	0.307	1.300	0.5	100	12.9	0.004	0.114	4
	⑨	68.1	67.641	0.307	1.400	0.5	110	13.8	0.004	0.107	4
	⑩	10.5	33.668	0.307	0.500	0.5	110	5.0	0.016	0.119	4
	⑪-1	16.9	50.643	0.307	0.500	0.5	110	5.0	0.003	0.102	4
	⑪-2	16.6	47.919	0.307	0.700	0.5	110	6.3	0.006	0.114	4
	⑪-3	28.1	55.615	0.307	1.000	0.5	110	9.5	0.005	0.105	4
	⑫	28.8	110.346	0.307	0.800	0.5	110	8.0	0.001	0.113	4

流域		α	P	Tl (h)	f1	Rsa	L (km)	I
漆沢ダム		48.361	0.299	0.36	0.5	160	16.140	0.036
ニツ石ダム		33.368	0.372	0.44	0.5	160	5.040	0.036
南川ダム		51.946	0.336	1.14	0.5	150	8.290	0.015
宮床ダム		42.018	0.307	0.52	0.5	140	4.980	0.029
三本木					0.5	140		
野田橋					0.5	120		
落合					0.5	100		
幡谷					0.5	110		

3) 河道定数の設定

河道定数 K 、 P は、鳴瀬川流域における小流域間に設定された下表に示す河道について任意の流量 Q に対応する貯留量 S との関係から算出した。

貯留効果が大きいと思われる区間においては、不等流計算によって河道の S - Q 関係を求め、 K 、 P を設定した。

また、河道の遅滞時間 T_l は、定流の貯留関数と洪水流の貯留関数の関係から求めた。

表 1.12 対象河道一覧

河川名	河道No.	区間	区間内河川名	河道延長(km)
鳴瀬川	N	漆沢ダム～青野川合流点	鳴瀬川	14.0
	O	青野川合流点～田川合流点	鳴瀬川	8.0
	P	6-3流域～鳥川合流点	田川	15.0
	Q	鳥川合流点～鳴瀬川合流点	田川	11.0
	R	保野川～鳴瀬川合流点	保野川	10.0
	S	花川ダム（利）～鳴瀬川合流点	花川	9.0
	T	花川合流点～三本木	鳴瀬川	9.0
	U	三本木～野田橋	鳴瀬川	11.0
	V	野田橋～鹿島台	鳴瀬川	15.0
	TT	多田川県管理区間	多田川	8.0
	TSI	渋井川県管理区間	渋井川	9.0
	TS	渋川県管理区間	渋川	7.0
	TN	名蓋川県管理区間	名蓋川	4.0
吉田川	W	1流域～直轄上流端	吉田川	13.0
	W1	直轄上流端～3川合流点	吉田川	3.0
	X	西成田宮床線～直轄上流端	竹林川	3.0
	X1	直轄上流端～3川合流点	竹林川	3.0
	Y	埋川～直轄上流端	善川	2.0
	Y1	直轄上流端～3川合流点	善川	4.0
	Z	3川合流点～落合	吉田川	1.0
	AB	落合～西川合流点	吉田川	3.0
	AC1	西川合流点～滑川合流点	吉田川	5.0
	AC2	滑川合流点～幡谷	吉田川	7.0
	AD	幡谷～鹿島台	吉田川	5.0

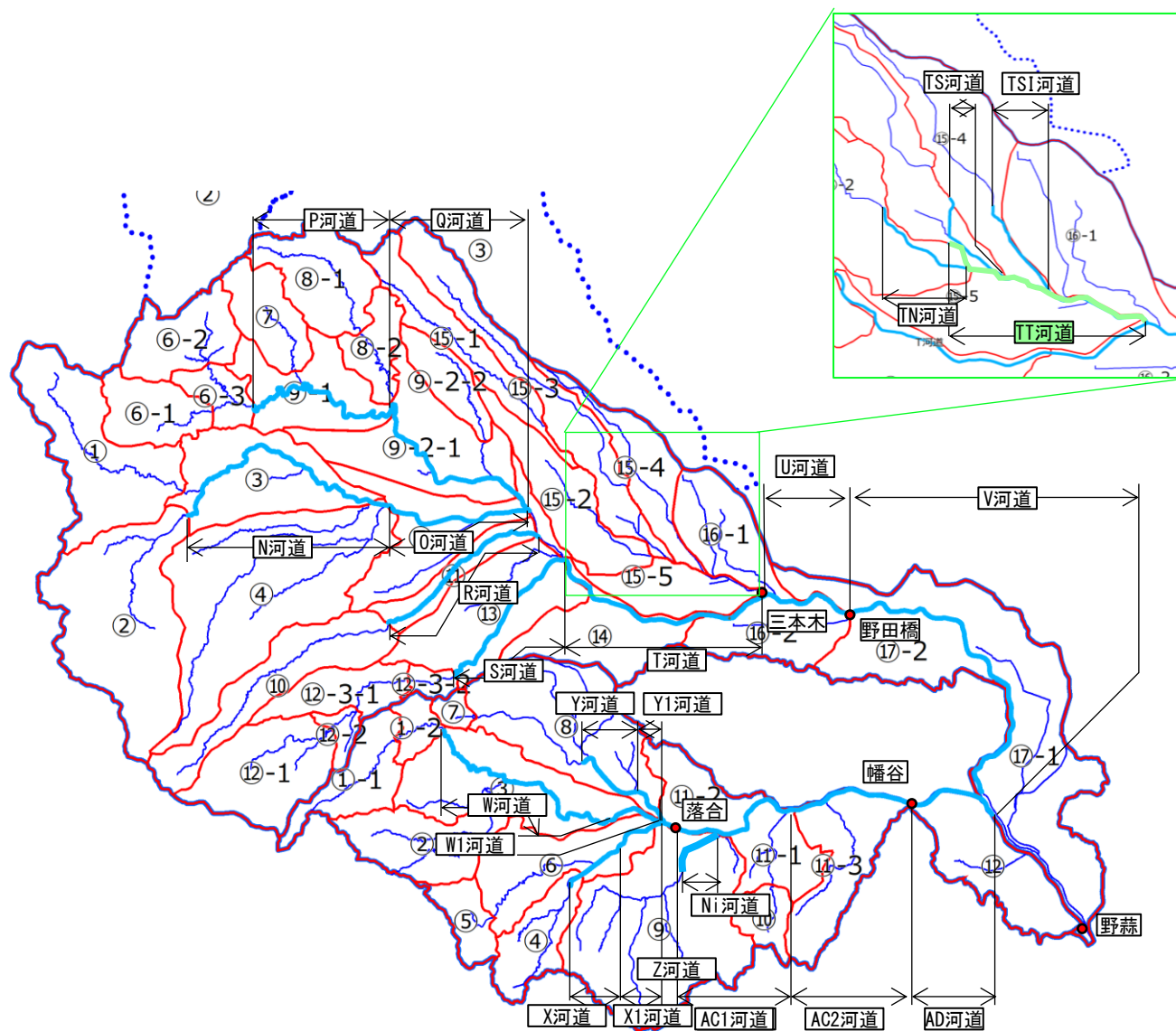


図 1.20 河道定数設定区間位置図

表 1.13 S-Q 関係一覧表（計画河道）

河道		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	K	P
N 河道（計画）	Q	100	200	300	400	500	600	700			7.309	0.698
	S	185	293	388	475	559	640	719				
O 河道（計画）	Q	260	520	780	1040	1300	1560	1820			5.384	0.740
	S	339	535	729	914	1090	1251	1413				
P 河道（計画）	Q	280	420	560	700	840					3.828	0.780
	S	311	424	531	635	731						
Q 河道（計画）	Q	560	840	1120	1400	1680					5.093	0.797
	S	789	1092	1371	1638	1897						
R 河道（計画）	Q	10	20	40	60	80	100	200	300	400	3.752	0.715
	S	20	32	52	69	86	101	166	224	276		
S 河道（計画）	Q	10	20	40	60	80	100	200	300	400	4.081	0.714
	S	22	35	56	75	91	108	181	243	301		
T 河道（計画）	Q	1000	1400	1980	2640	3300	3960	4620			7.092	0.784
	S	1462	2192	2938	3500	4188	4566	5060				
U 河道（計画）	Q	1100	1700	2300	2700	3300	3700	4100			7.419	0.776
	S	1691	2373	3021	3412	3994	4324	4684				
V 河道（計画）	Q	1100	1700	2300	2700	3300	3700	4100	4500		14.086	0.750
	S	2460	3434	4295	4824	5569	6048	6514	6980			
W 河道（計画）	Q	200	300	400	500	600	650	700			1.014	0.972
	S	175	268	336	413	487	557	625				
W1 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			1.358	0.726
	S	105	142	187	219	249	272	287				
X 河道（計画）	Q	100	200	300	400	500	600	800			34.374	0.276
	S	126	146	163	179	189	200	226				
X1 河道（計画）	Q	80	150	220	290	360	430	500			3.182	0.652
	S	57	81	107	128	149	169	183				
Y 河道（計画）	Q	150	150	200	250	440	510	580	650	730	5.365	0.501
	S	66	66	77	87	112	121	130	138	147		
Y1 河道（計画）	Q	150	150	200	250	440	510	580	650	730	4.915	0.587
	S	90	90	116	139	161	183	203	227	243		
Z 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			0.220	0.880
	S	44	59	88	106	122	138	145				
AB 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			2.937	0.722
	S	222	297	402	464	521	576	602				
AC 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			11.636	0.785
	S	1276	1778	2451	2858	3246	3619	3799				
AC1 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			2.774	0.867
	S	495	717	1022	1209	1391	1565	1651				
AC2 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			10.026	0.728
	S	782	1061	1429	1649	1855	2053	2148				
AD 河道（計画）	Q	400	600	900	1100	1300	1500	1600			13.315	0.630
	S	584	747	966	1099	1221	1340	1397				
I 河道（計画）	Q	10	2000								42.3	0.666
	S	196	6681									
TT 河道（計画）	Q	100	200	300	400	500	600	700	800	900	9.197	0.687
	S	198	368	504	598	676	747	813	875	933		
TS1 河道（計画）	Q	10	15	20	30	40	50	60	70	80	7.219	0.646
	S	32	41	50	65	79	90	101	112	122		
TS 河道（計画）	Q	20	30	50	70	80	90	100	150	200	6.641	0.600
	S	45	46	66	85	93	100	107	136	161		
TN 河道（計画）	Q	20	25	30	35	40	45	50	55	60	3.293	0.621
	S	21	24	27	30	33	35	37	40	42		

表 1.14 遅れ時間 TI の設定結果

河川名	河道No.	河道k (km)	流域面積 (km ²)	平均勾配 (1/○)	平均川幅 (m)	粗度係数 n	Qmin (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)	Ks	φ s (min)	φ s (max)	K'	φ (min)	φ (max)	遅時間 (hr)	遅時間 (TI) (hr)
鳴瀬川	N	14.0	143.3	110	55	0.043	4	859	1030	8.0	4.7	0.5	9.1	4.7	0.3	0.213	0.300
	O	8.0	243.6	200	183	0.041	6	1459	1751	8.6	4.1	0.4	10.3	4.1	0.2	0.185	0.200
	P	15.0	79.7	140	44	0.039	2	478	573	7.9	5.9	0.6	8.5	5.9	0.4	0.268	0.300
	Q	11.0	153.4	260	136	0.039	4	919	1103	11.0	6.3	0.7	12.6	6.3	0.4	0.286	0.300
	R	10.0	41.0	70	64	0.035	1	246	295	4.7	4.5	0.5	4.7	4.5	0.3	0.206	0.300
	S	9.0	88.8	100	73	0.035	2	532	639	4.9	3.5	0.4	5.4	3.5	0.2	0.159	0.200
	T	9.0	550.8	1660	275	0.039	15	3300	3960	20.8	7.1	0.8	27.2	7.1	0.4	0.325	0.400
	U	11.0	707.0	1790	212	0.039	19	4236	5083	23.4	7.2	0.8	31.4	7.2	0.4	0.331	0.400
	V	15.0	775.7	2370	229	0.022	21	4647	5577	25.4	7.6	0.8	34.4	7.6	0.5	0.346	0.400
	TT	8.0	119.6	980	91	0.035	3	717	860	9.5	6.0	0.6	10.6	6.0	0.4	0.273	0.300
	TSI	9.0	19.1	620	28	0.035	1	114	137	5.8	7.6	0.8	5.4	7.6	0.5	0.348	0.400
	TS	7.0	20.8	490	30	0.035	1	125	149	4.4	5.5	0.6	4.1	5.5	0.3	0.252	0.300
	TN	4.0	24.7	780	21	0.035	1	148	178	2.5	2.9	0.3	2.4	2.9	0.2	0.133	0.200
	W	13.0	85.9	360	50	0.034	1	697	836	8.8	8.4	0.6	8.9	8.4	0.3	0.289	0.300
吉田川	W1	3.0	85.9	450	71	0.034	1	697	836	2.5	2.4	0.2	2.5	2.4	0.1	0.082	0.100
	X	3.0	53.8	340	52	0.035	1	437	524	2.1	2.4	0.2	2.0	2.4	0.1	0.082	0.100
	X1	3.0	53.8	460	48	0.035	1	437	524	2.2	2.5	0.2	2.1	2.5	0.1	0.087	0.100
	Y	2.0	57.5	1540	53	0.034	1	467	560	2.2	2.4	0.2	2.1	2.4	0.1	0.083	0.100
	Y1	4.0	57.5	960	56	0.028	1	467	560	3.4	3.8	0.3	3.3	3.8	0.1	0.131	0.200
	Z	1.0	197.2	850	161	0.022	3	1600	1920	1.1	0.7	0.1	1.2	0.7	0.0	0.025	0.100
	AB	3.0	275.8	1540	153	0.022	4	2237	2685	3.8	2.3	0.2	4.3	2.3	0.1	0.078	0.100
	AC1	5.0	309.3	3780	210	0.022	4	2509	3011	9.4	5.4	0.4	10.8	5.4	0.2	0.185	0.200
	AC2	7.0	337.4	4840	192	0.022	4	2738	3285	13.7	7.5	0.5	15.9	7.5	0.3	0.260	0.300
	AD	5.0	366.2	1870	139	0.022	5	2971	3566	6.5	3.4	0.2	7.6	3.4	0.1	0.118	0.200

(2) 流出解析モデルの検証

前述までに設定した定数、分割した流域を用いて実績洪水の再現計算を実施した。

1) 検討対象洪水

検討対象洪水は、近年洪水にて鳴瀬川流域に甚大な被害が生じた平成 27 年（2015 年）9 月洪水、令和元年（2019 年）10 月洪水とした。

2) 流域定数

流出率（ f_1 ）は前述にて整理した値を基本に用いる。基底流量 Q_b は、実績流量を参考に表 1.15 のとおりに設定した。

飽和雨量 R_{sa} は、基準地点などにおける実績流量を再現するようトライアルにより次頁表のとおり設定した。

なお、河道定数は、実績洪水を再現するため、洪水当時の河道定数および氾濫を見込み設定するものとした。

表 1.15 再現計算に設定した Qb Rsa

流域名		H27.9洪水		R1.10洪水	
		Qb (m ³ /s)	Rsa (mm)	Qb (m ³ /s)	Rsa (mm)
吉田川	①-1	1.963	180	0.220	150
	①-2	0.000	180	0.080	150
	②	1.926	180	0.200	150
	③	3.464	180	0.530	150
	④	1.327	180	0.200	120
	⑤	0.924	140	0.110	120
	⑥	2.354	140	0.360	120
	⑦	0.325	170	0.050	160
	⑧	4.597	170	0.700	160
	⑨	5.827	100	0.890	110
	⑩	0.899	110	0.140	110
	⑪-1	3.895	80	0.220	110
	⑪-2	1.381	80	0.220	110
	⑪-3	0.000	10	0.370	110
江合川	⑫	1.412	110	0.220	110
	①	23.810	180	3.900	180
	②	7.419	180	1.220	180
	③	13.123	180	2.150	180
鳴瀬川	④	1.277	0	0.210	0
	①	4.805	200	0.790	240
	②	6.675	200	0.190	240
	③	4.763	200	0.780	240
	④	8.437	200	1.380	230
	⑤	2.922	200	0.480	230
	⑥-1	1.791	200	0.290	220
	⑥-2	2.165	200	0.350	220
	⑥-3	0.839	200	0.140	220
	⑦	1.847	180	0.300	200
	⑧-1	1.201	180	0.430	200
	⑧-2	2.391	180	0.200	200
	⑨-1	2.618	180	0.390	200
	⑨-2-1	4.533	180	0.570	200
	⑨-2-2	0.000	180	0.170	200
	⑩	3.468	200	0.570	200
	⑪	1.179	200	0.190	200
	⑫-1	3.547	140	0.580	220
	⑫-2	0.431	140	0.070	220
	⑫-3-1	0.000	140	0.260	220
	⑫-3-2	1.970	140	0.060	220
	⑬	4.121	140	0.680	220
	⑭	2.720	140	0.450	170
	⑮-1	11.158	140	0.390	200
	⑮-2	2.396	140	0.460	200
	⑮-3	0.000	140	0.640	200
	⑮-4	0.000	140	0.350	200
	⑮-5	0.000	140	0.380	200
	⑯-1	0.001	120	0.340	300
	⑯-2	4.147	120	0.340	300
	⑰-1	2.174	120	0.960	300
	⑰-2	5.612	120	0.320	300

3) 再現計算の実施

前述までの流域定数を用いた流出計算結果に対して、実績洪水に対する再現性向上のため、流域定数 **K** に対し補正を実施した。なお、**P** および **TL** は、前述の値を用いるものとした。計算値と実績値を比較したところ、基準地点における実績値を概ね再現できていることを確認した。

表 1.16 流域定数 **K** の再設定

流域名		流域面積	流域定数				流域定数（精度向上）			備考
		A	K	P	TL		K	P	TL	
吉田川	①-1	17.11	28.459	0.299	0.100		8.538	0.299	0.100	流域定数に0.3を乗じる
	①-2	5.82	26.113	0.307	0.300		7.834	0.307	0.300	同上
	②	22.50	51.307	0.336	1.100		15.392	0.336	1.100	同上
	③	40.47	76.067	0.307	1.500		22.820	0.307	1.500	同上
	④	15.50	57.571	0.307	0.700		17.271	0.307	0.700	同上
	⑤	10.80	28.147	0.307	0.500		8.444	0.307	0.500	同上
	⑥	27.50	52.003	0.307	0.900		15.601	0.307	0.900	同上
	⑦	3.80	27.252	0.299	0.000		8.176	0.299	0.000	同上
	⑧	53.70	73.173	0.307	1.300		21.952	0.307	1.300	同上
	⑨	68.07	67.641	0.307	1.400		20.292	0.307	1.400	同上
	⑩	10.50	33.668	0.307	0.500		10.100	0.307	0.500	同上
	⑪-1	16.85	50.643	0.307	0.500		15.193	0.307	0.500	同上
鳴瀬川	⑪-2	16.64	47.919	0.307	0.700		14.376	0.307	0.700	同上
	⑪-3	28.14	55.615	0.307	1.000		16.684	0.307	1.000	同上
	⑫	16.50	110.346	0.307	0.800		33.104	0.307	0.800	同上
	①	42.40	50.792	0.299	0.300		35.555	0.299	0.300	流域定数に0.7を乗じる
	②	58.90	44.317	0.299	0.400		31.022	0.299	0.400	同上
	③	42.03	64.268	0.299	0.300		44.988	0.299	0.300	同上
	④	74.45	51.635	0.299	0.500		36.145	0.299	0.500	同上
	⑤	25.78	54.516	0.307	0.800		38.161	0.307	0.800	同上
	⑥-1	15.80	25.510	0.372	0.500		17.857	0.372	0.500	同上
	⑥-2	19.10	20.797	0.372	0.400		14.558	0.372	0.400	同上
	⑥-3	7.40	20.242	0.372	0.200		14.169	0.372	0.200	同上
	⑦	16.30	25.515	0.372	0.600		17.861	0.372	0.600	同上
	⑧-1	23.10	25.520	0.372	0.700		17.864	0.372	0.700	同上
	⑧-2	10.60	38.192	0.372	0.500		26.735	0.372	0.500	同上
	⑨-1	21.10	64.248	0.307	1.200		44.973	0.307	1.200	同上
	⑨-2-1	30.82	60.175	0.307	1.000		42.122	0.307	1.000	同上
	⑨-2-2	9.18	34.795	0.372	0.600		24.356	0.372	0.600	同上
	⑩	30.60	42.718	0.299	0.300		29.903	0.299	0.300	同上
	⑪	10.40	41.328	0.307	1.000		28.930	0.307	1.000	同上
	⑫-1	31.30	30.948	0.299	0.200		21.663	0.299	0.200	同上
	⑫-2	3.80	25.838	0.299	0.000		18.087	0.299	0.000	同上
	⑫-3-1	14.14	39.057	0.299	0.100		27.340	0.299	0.100	同上
	⑫-3-2	3.24	33.566	0.299	0.100		23.496	0.299	0.100	同上
	⑬	36.36	43.446	0.307	1.000		30.412	0.307	1.000	同上
	⑭	24.00	136.590	0.307	0.900		95.613	0.307	0.900	同上
	⑮-1	20.79	45.175	0.372	1.500		31.622	0.372	1.500	同上
	⑮-2	24.70	62.330	0.307	0.900		43.631	0.307	0.900	同上
	⑮-3	34.77	67.274	0.307	2.300		47.092	0.307	2.300	同上
	⑮-4	19.10	58.793	0.307	1.500		41.155	0.307	1.500	同上
	⑮-5	20.24	75.010	0.307	0.600		52.507	0.307	0.600	同上
	⑯-1	18.35	52.403	0.307	0.600		36.682	0.307	0.600	同上
	⑯-2	18.25	84.122	0.307	0.900		58.886	0.307	0.900	同上
	⑰-1	51.64	119.286	0.307	1.000		83.500	0.307	1.000	同上
	⑰-2	17.06	70.214	0.307	0.800		49.150	0.307	0.800	同上

表 1.17 実績洪水における再現計算結果

H27.9洪水

	実績ピーク流量 $Q_o(\text{m}^3/\text{s})$	計算ピーク流量 $Q_c(\text{m}^3/\text{s})$
三本木	2,040	2,038
野田橋	2,199	2,201
落合	1,127	1,125
幡谷	1,537	1,434

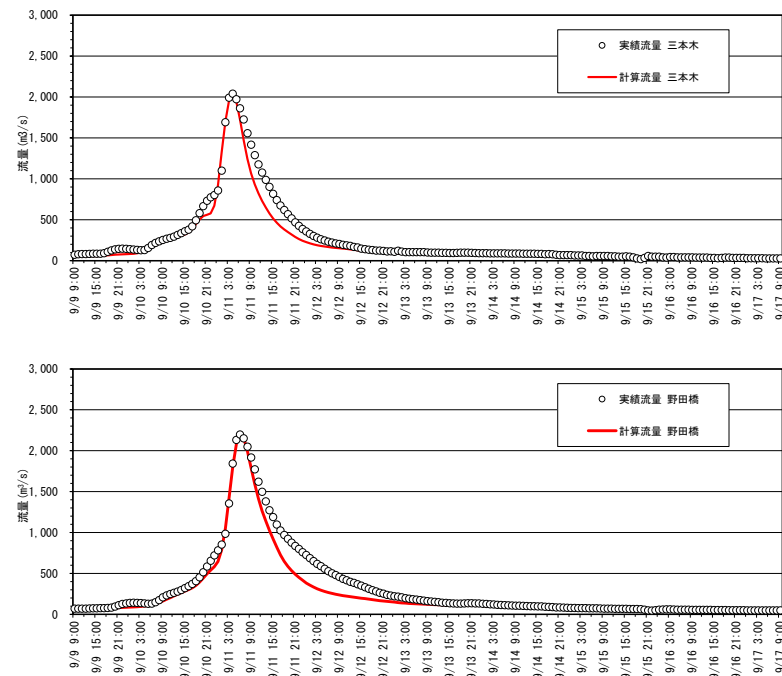
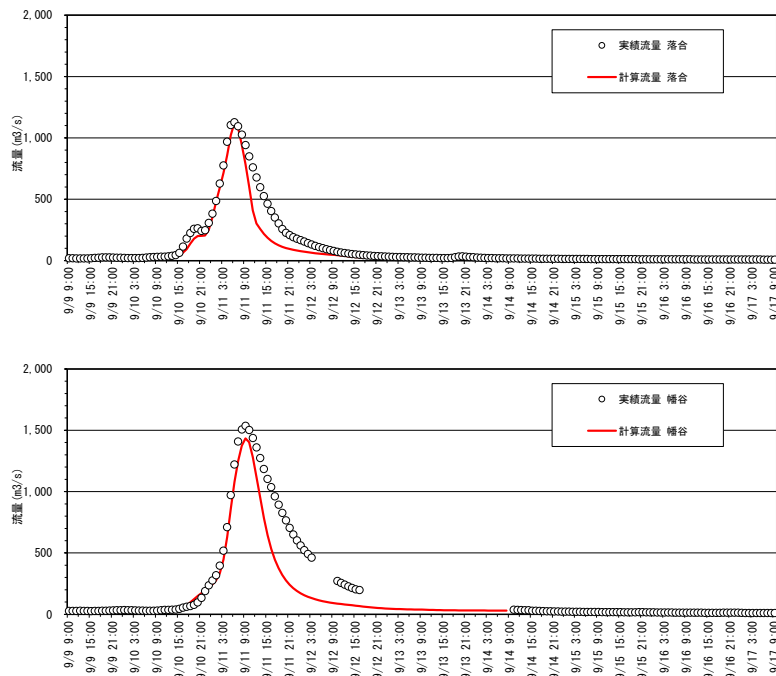


図 1.21 H27.9 洪水再現計算結果

表 1.18 実績洪水における再現計算結果

R1.10洪水

主要地点	実績ピーク流量 $Q_o(\text{m}^3/\text{s})$	計算ピーク流量 $Q_c(\text{m}^3/\text{s})$
三本木	2,345	2,342
野田橋	2,092	2,364
落合	1,247	1,244
幡谷	1,605	1,678

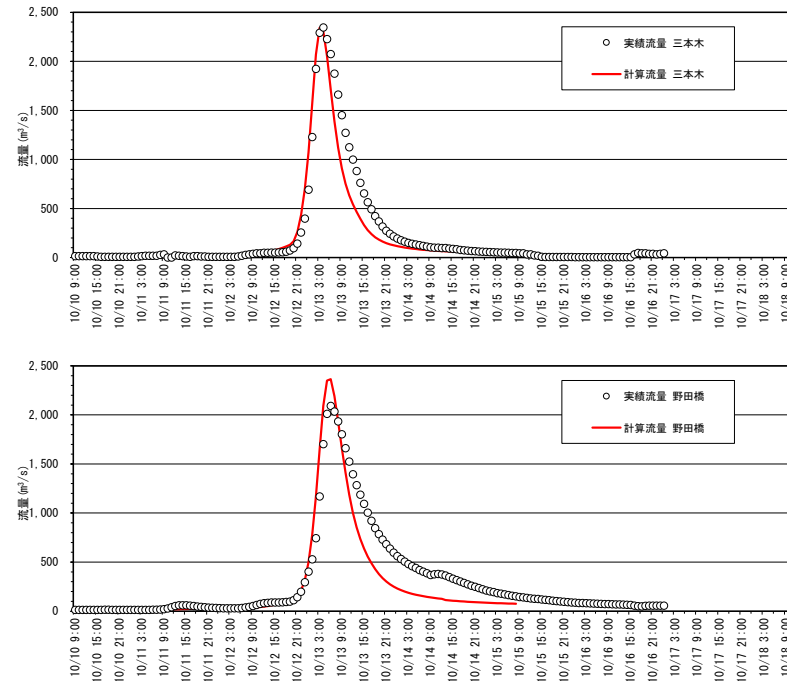
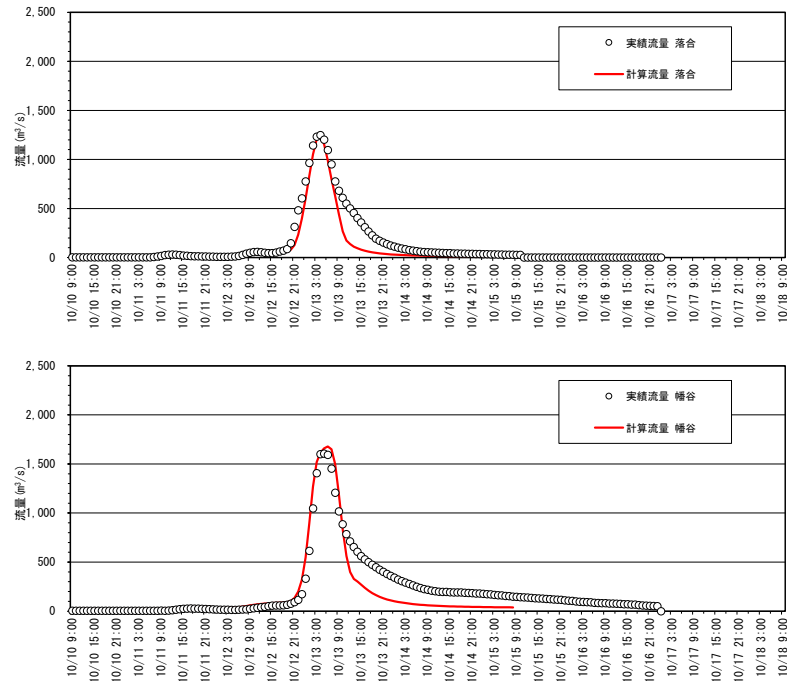


図 1.22 R1.10 洪水再現計算結果

1.5 基本高水のピーク流量の設定

1.5.1 基本高水のピーク流量の設定の考え方

基本高水のピーク流量の設定については、最新の技術的知見に基づいて見直した流出解析モデルを用いて、以下の項目について総合的に判断し設定する。

- ・既定計画の基本高水のピーク流量
- ・気候変動を考慮した時間雨量データによる確率からの検討
- ・アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
- ・既往洪水からの検討

1.5.2 計画規模の設定

鳴瀬川水系における鳴瀬川および吉田川の計画規模は、既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化が無いことから、既定計画と同様の 1/100 とした。

1.5.3 基本高水のピーク流量の設定の考え方

(1) 降雨継続時間を設定するにあたっての考え方

鳴瀬川の基準地点三本木および吉田川の基準地点落合における降雨継続時間は、洪水到達時間、ピーク流量と短時間雨量との相関関係及び強い降雨強度の継続時間から総合的に判断し設定した。

(2) 洪水到達時間

洪水到達時間は、Kinematic Wave 法に基づく式、角屋の式を用いて算定した。

検討対象洪水は、鳴瀬川及び吉田川のそれぞれの基準地点（三本木、落合）における現行河川整備基本方針検討対象洪水を含めた実績流量、時間雨量データの揃う実績流量上位 10 洪水とした。

(a) 洪水到達時間

1) kinematic wave 法に基づく式

$$T_p = t_p - \tau_p = K_1 L^p / r_e^{1-p} \quad \dots\dots\dots (1-3.4)$$

$$r_e(\tau_p) = r_e(t_p) \quad \dots\dots\dots (1-3.5)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間、 τ_p ：ピーク流量を発生する特性曲線の上流端での出発時刻、 t_p ：その特性曲線の下流端への到達時刻、 L ：斜面長、 r_e ： $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度、 K_1 、 p ：斜面の勾配を θ とし、Manning の抵抗則を用いるとき、 $K_1 = n^{3/5} (\sin \theta)^{-3/10}$ 、 $p = 3/5$ 。

$$T_p = CA^{0.22} r_e^{-0.35} \quad \dots\dots\dots (1-3.6)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間 (min)、 A ：流域面積 (km^2)、 r_e ：平均有効降雨強度 (mm/h)、 C ：流域特性を表わす係数。

【解 説】 式 (1-3.4) と (1-3.5) は石原・高棹⁴⁾が矩形斜面上の表面流に kinematic wave 理論を適用して導いた関係である。この理論では、到達時間は「斜面上流端の雨水の擾乱が下流端に伝播する時間」と定義される。式 (1-3.5) の条件から、実測のハイドログラフとハイエトグラフを用いて図 1-3.2 のように洪水到達時間が求められる。

角屋ら⁵⁾は、式 (1-3.4) に河道長と流域面積の関係に関する地形則を導入することにより式 (1-3.6) を導いた。この式は、洪水規模による到達時間の変化を表現している点の特徴である。また、流域特性を表わす係数 C を次のように提示している。

丘陵山林地流域： $C=290$	粗造成宅地： $C=90 \sim 120$
放牧地・ゴルフ場： $C=190 \sim 210$	市街化地域： $C=60 \sim 90$

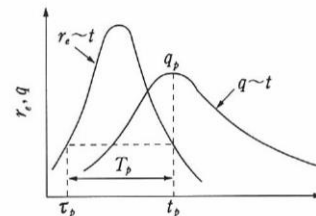


図 1-3.2 kinematic wave 法による T_p の定義

出典：土木学会 水理公式集, P.36～P.37

【鳴瀬川 基準地点三本木】

Kinematic Wave 法 : 9～46 時間 (平均約 19.5 時間)

角屋式 : 6.7～10.4 時間 (平均約 8.6 時間)

表 1.19 洪水到達時間の算定結果 (基準地点三本木)

No.	洪水年月日	三本木地点ピーク流量		Kinematic Wave 法 算定結果 (h)	角屋式	
		流量 (m ³ /s)	時刻		平均降雨強度 (mm/h)	算定結果 (h)
1	S33. 09. 18	1, 544	18 日 17 時	16	13. 0	7. 9
2	S33. 09. 27	1, 242	27 日 10 時	23	6. 7	10. 0
3	S57. 09. 13	1, 357	13 日 18 時	15	9. 3	8. 9
4	S61. 08. 05	1, 446	05 日 14 時	22	9. 9	8. 7
5	H1. 08. 28	1, 409	28 日 03 時	13	13. 7	7. 7
6	H6. 09. 30	1, 637	30 日 12 時	19	8. 6	9. 1
7	H18. 12. 27	1, 534	27 日 08 時	20	8. 0	9. 4
8	H23. 09. 22	1, 340	22 日 02 時	46	5. 9	10. 4
9	H27. 09. 11	2, 040	11 日 04 時	9	18. 0	7. 0
10	R1. 10. 13	2, 338	13 日 04 時	12	20. 9	6. 7
平均値		—	—	19. 5	—	8. 6

【吉田川 基準地点落合】

Kinematic Wave 法 : 12～46 時間 (平均約 20.9 時間)

角屋式 : 5.1～8.1 時間 (平均約 6.9 時間)

表 1.20 洪水到達時間の算定結果 (基準地点落合)

No.	洪水年月日	落合地点ピーク流量		Kinematic Wave 法 算定結果 (h)	角屋式	
		流量 (m ³ /s)	時刻		平均降雨強度 (mm/h)	算定結果 (h)
1	S33. 09. 18	773	18 日 18 時	17	13. 6	6. 2
2	S33. 09. 27	595	27 日 11 時	25	7. 3	7. 7
3	S57. 09. 13	500	13 日 02 時	16	7. 2	7. 7
4	S61. 08. 05	724	05 日 14 時	23	11. 2	6. 6
5	H14. 07. 11	628	11 日 10 時	17	8. 6	7. 3
6	H18. 12. 27	420	27 日 11 時	20	8. 6	7. 3
7	H21. 10. 08	505	08 日 17 時	21	8. 7	7. 2
8	H23. 09. 22	548	22 日 01 時	46	6. 4	8. 1
9	H27. 09. 11	1, 127	11 日 06 時	12	18. 7	5. 5
10	R1. 10. 13	1, 248	13 日 04 時	12	23. 4	5. 1
平均値		—	—	20. 9	—	6. 9

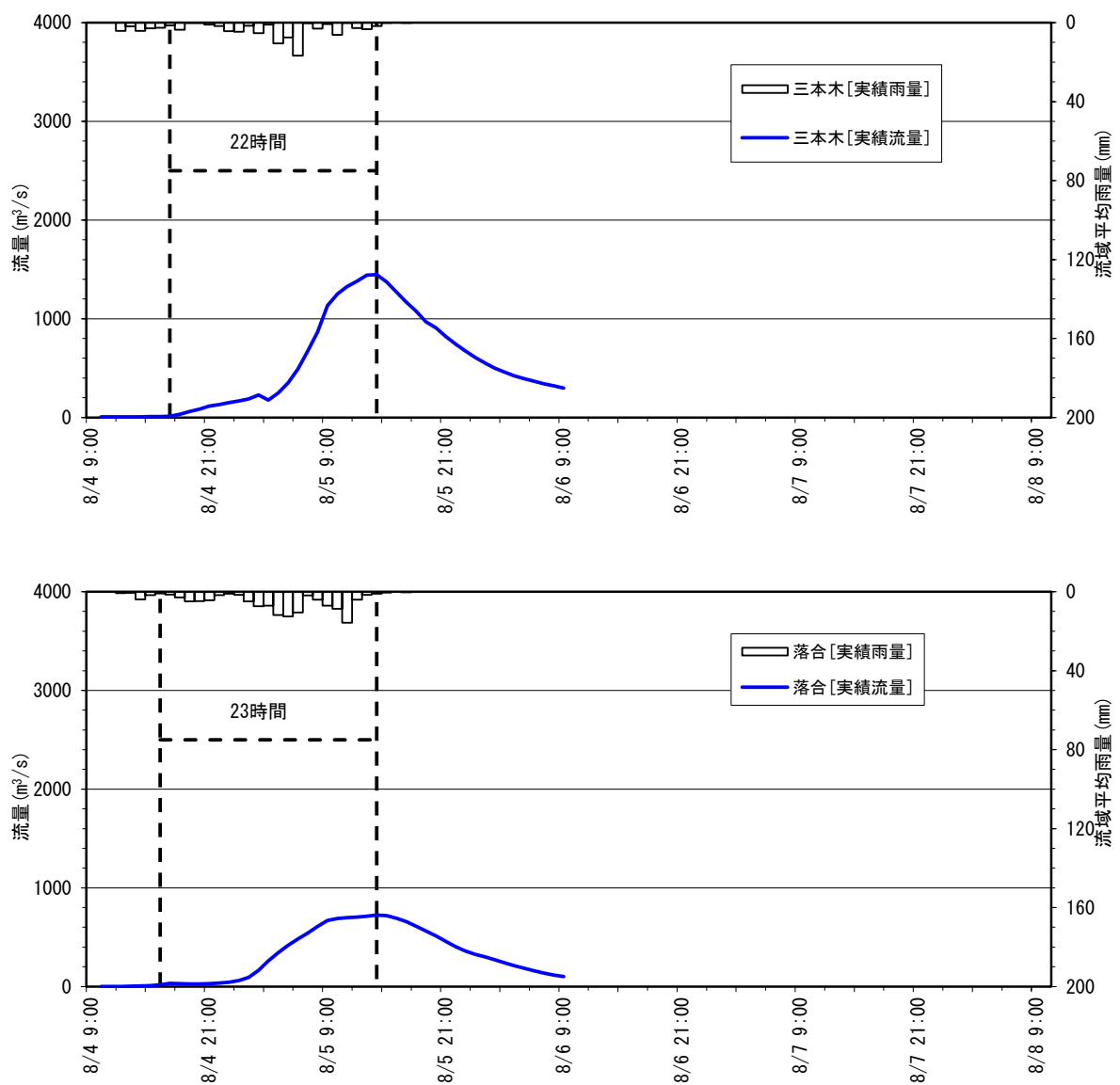
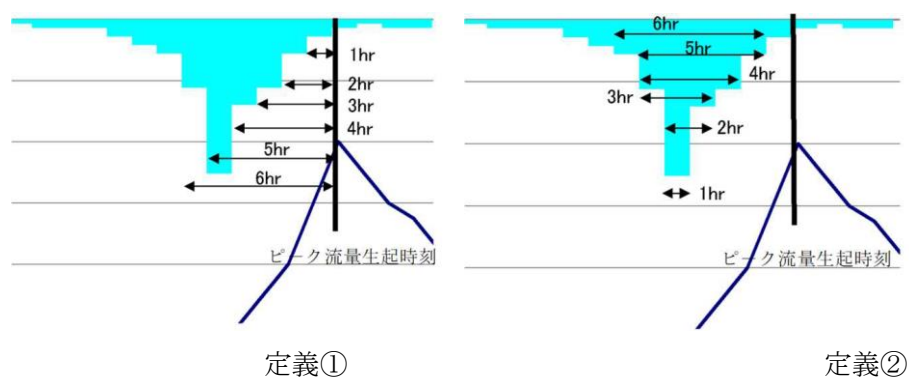


図 1.23 Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討例 (S61 洪水)

(3) ピーク流量と短時間雨量の相関

ここでは、鳴瀬川および吉田川の基準地点において年最大流量を記録した洪水を対象に、ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量、ピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量（1～3、6、9、12、15、18、24、36、48 時間雨量）との相関関係を整理した。検討対象洪水は、昭和 22 年（1947 年）～令和 3 年（2021 年）までの年最大流量を記録する洪水を対象とした。なお、実績流量データが不足する場合は対象外とした。短時間雨量については、図 1.24 に示す 2 パターンについて整理を行った。



定義①：ピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量

定義②：ピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量

図 1.24 ピーク流量と雨量相関の定義

その結果、ピーク流量と相関が高い短時間雨量は、以下のとおりとなった。なお、ここでは相関係数 0.85 以上を相関が高いものとした。

基準地点三本木：定義①、定義②ともに 6～48 時間で相関が高い。

基準地点落合：定義①は 12～48 時間で相関が高い。定義②は 6～48 時間で相関が高い。

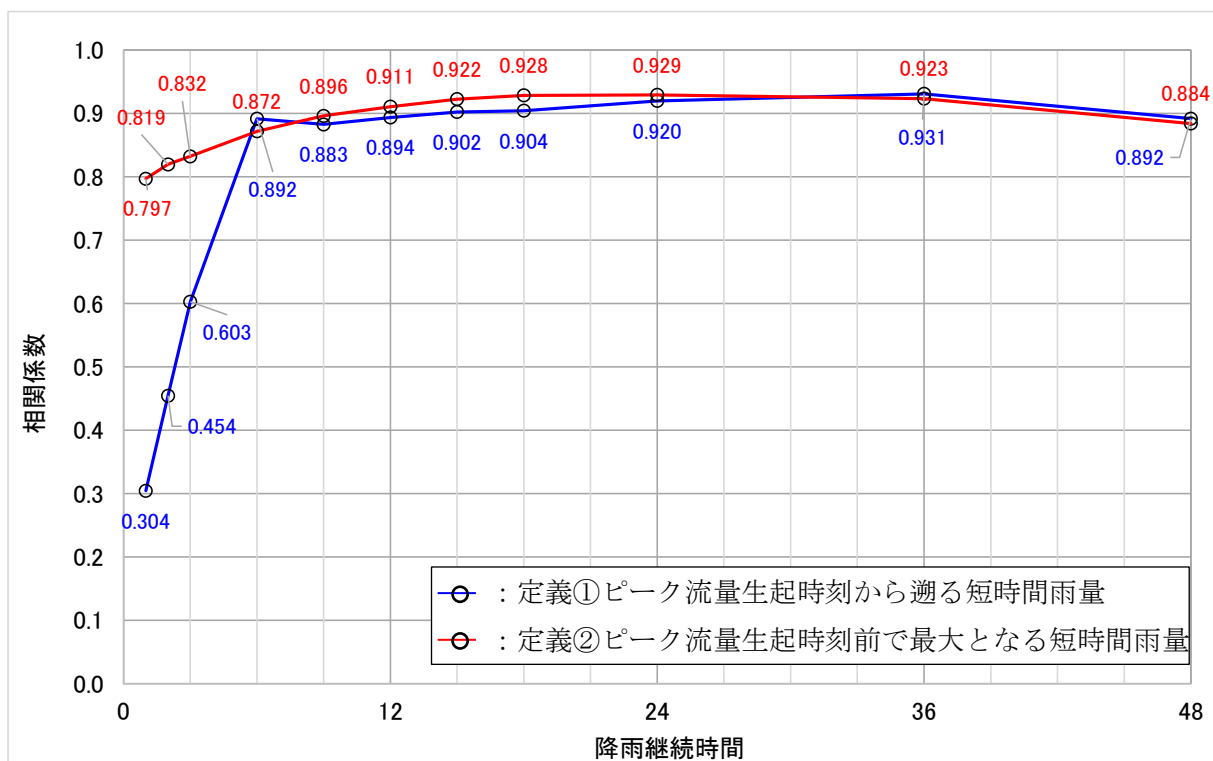


図 1.25 ピーク流量と雨量との相関係数（鳴瀬川 基準地点三本木）

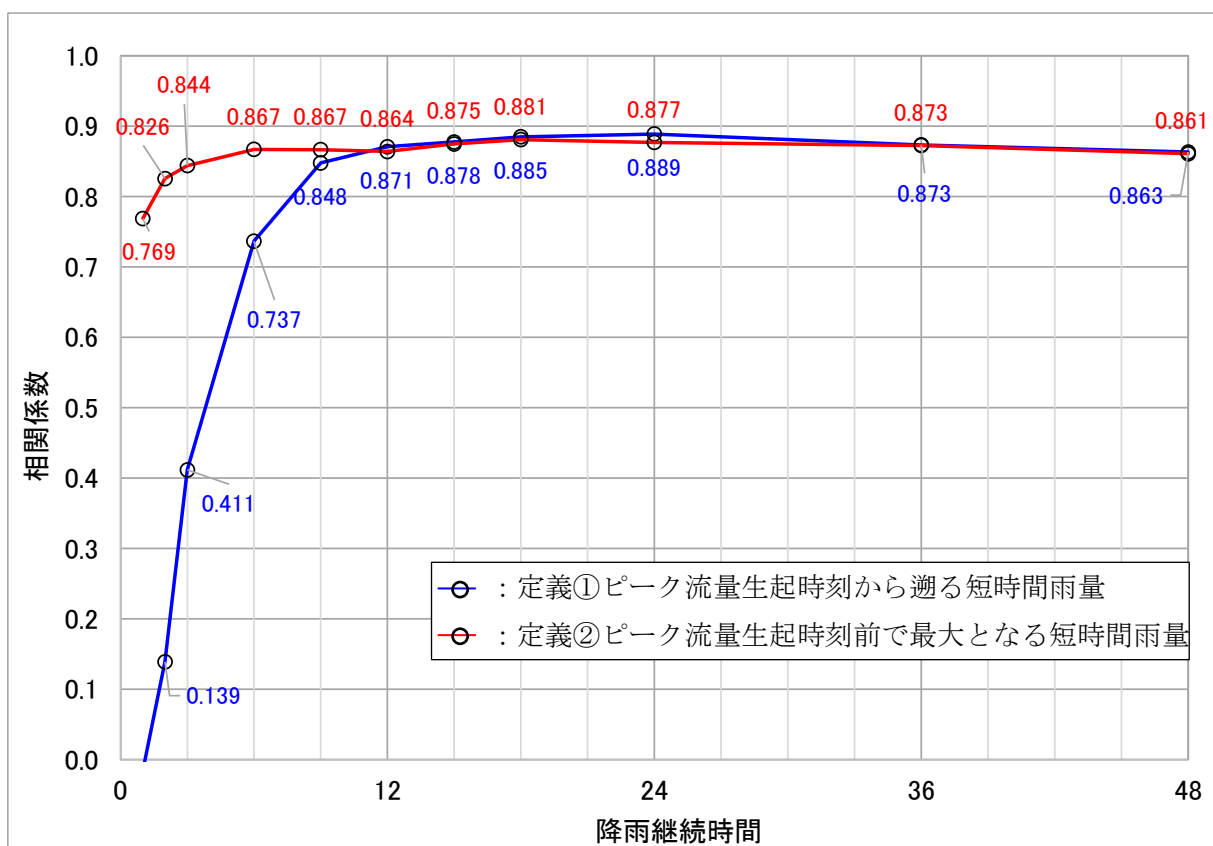


図 1.26 ピーク流量と雨量との相関係数（吉田川 基準地点落合）

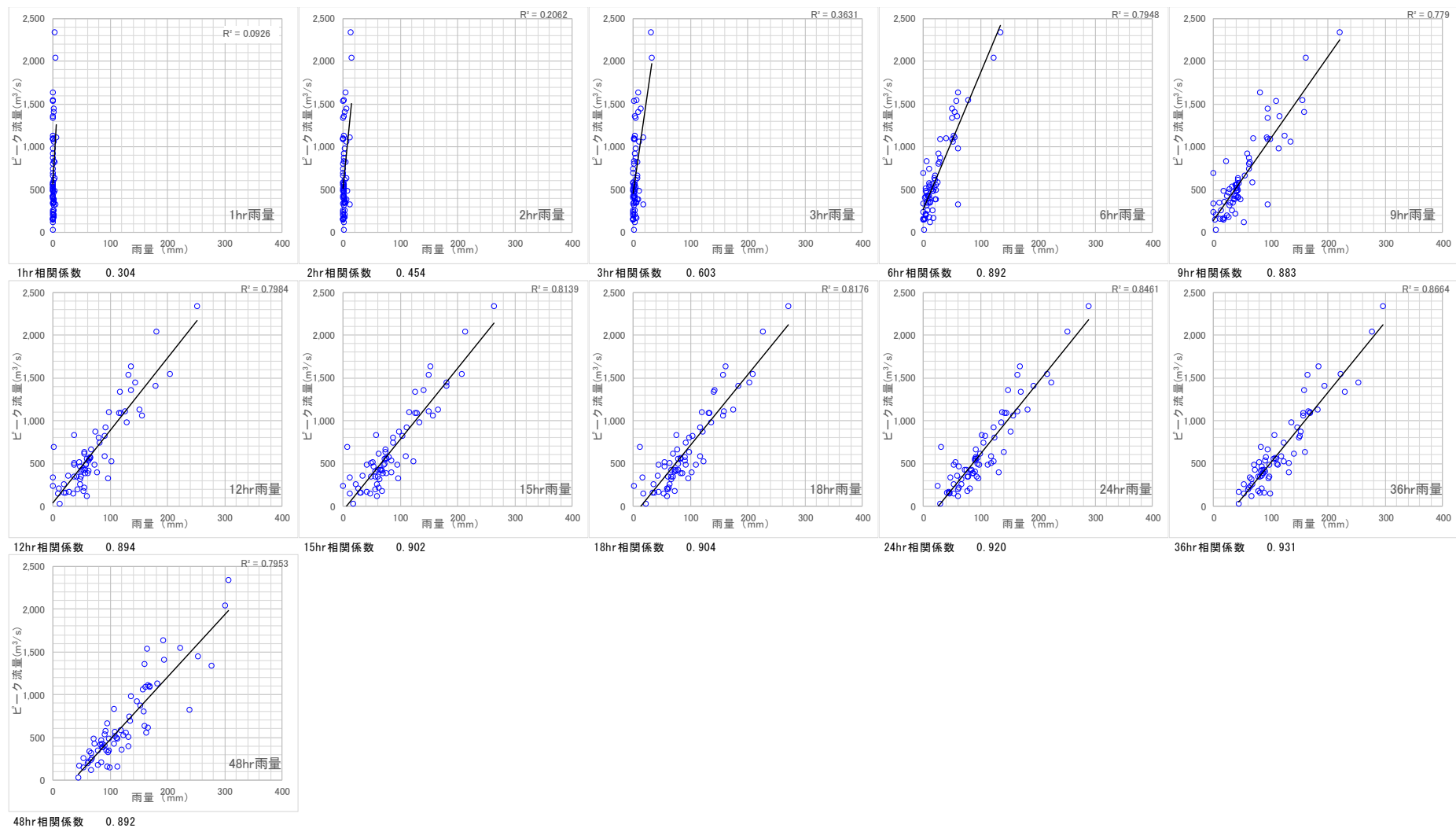


図 1.27 ピーク流量と雨量との相関関係 (①ピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量：三本木地点)

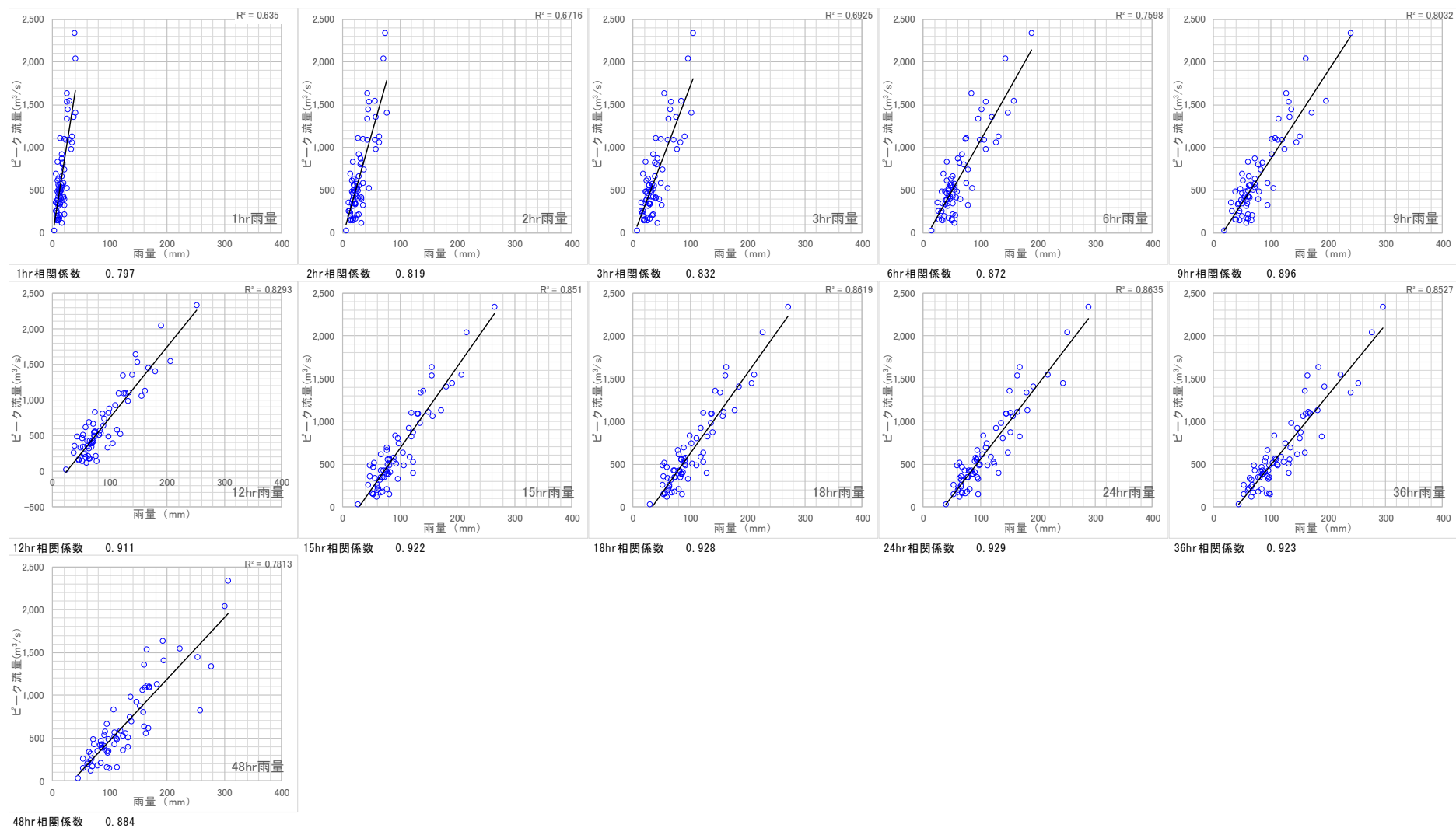


図 1.28 ピーク流量と雨量との相関関係 (②ピーク流量生起前で最大となる短時間雨量：三本木地点)

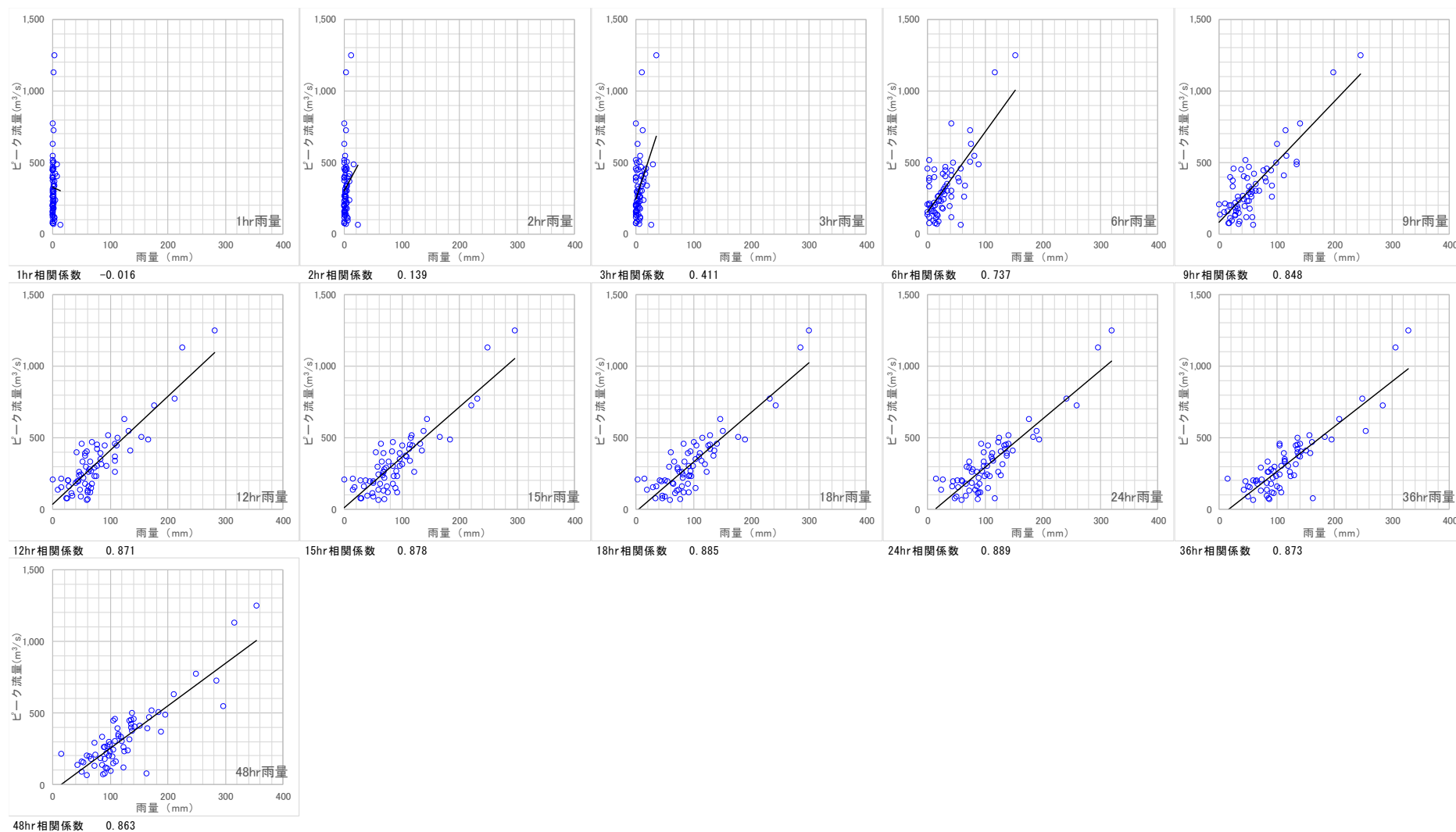


図 1.29 ピーク流量と雨量との相関関係 (①ピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量：落合地点)

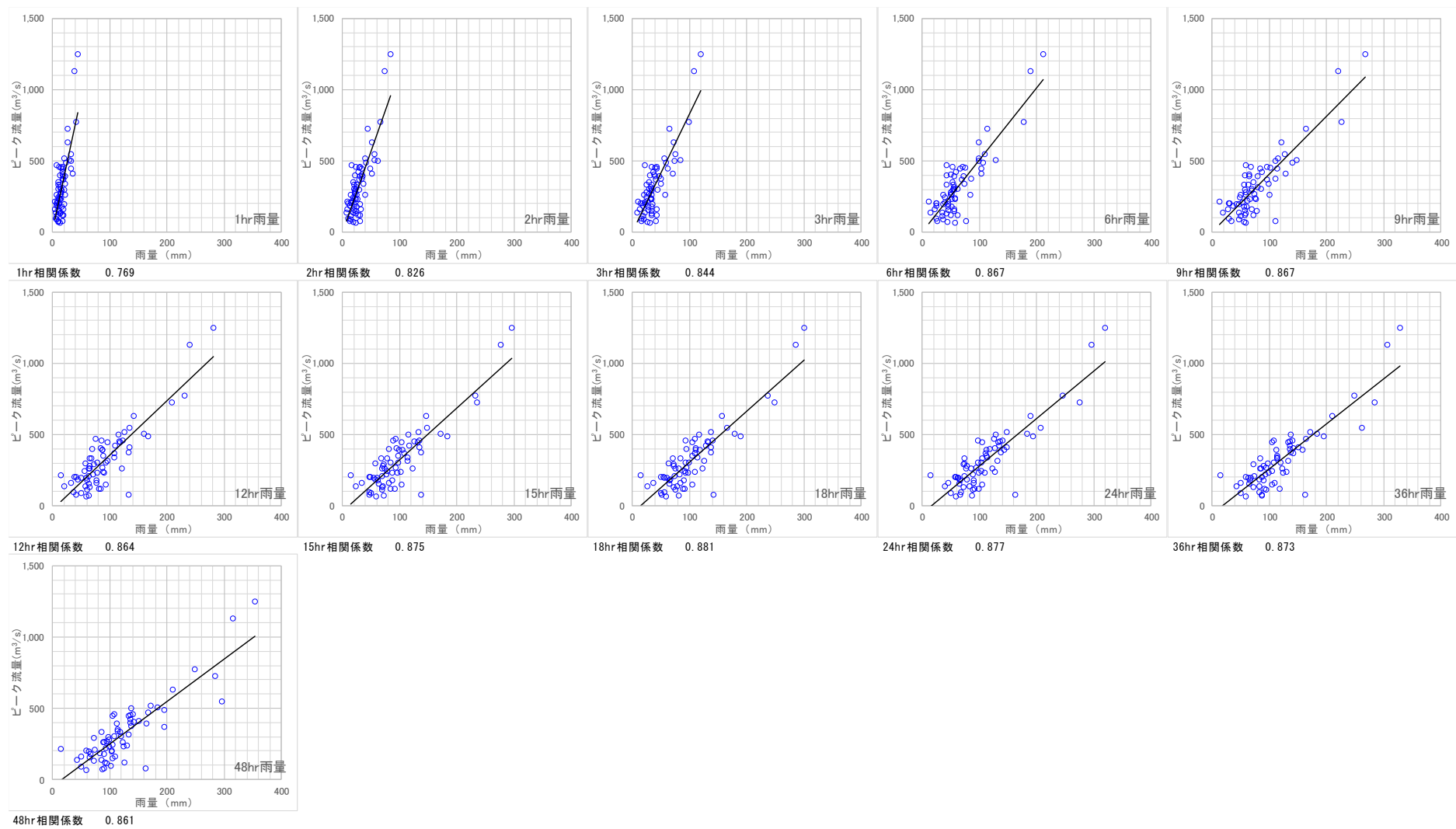


図 1.30 ピーク流量と雨量との相関関係 (②ピーク流量生起前で最大となる短時間雨量：落合地点)

(4) 強い降雨強度の継続時間

比較的強い降雨強度である時間 5mm/h の降雨の継続時間及び強い降雨強度である時間 10mm/h の降雨の継続時間の集計を行った。なお、継続時間の集計は、鳴瀬川基準地点三本木、吉田川基準地点落合の上流域平均雨量を対象に行うものとした。

検討対象洪水は、鳴瀬川及び吉田川のそれぞれの基準地点（三本木、落合）における既定計画検討対象洪水を含めた実績流量、時間雨量データの揃う実績流量上位 10 洪水とした。図 1.31、図 1.32 に集計した結果を示す。この結果、基準地点三本木における 5mm/h 以上の降雨継続時間は、7～22 時間、平均 13.2 時間、10mm/h 以上の降雨継続時間は 5～12 時間、平均 7.4 時間となった。また、基準地点落合における 5mm/h 以上の降雨継続時間は 7～25 時間、平均 13.3 時間、10mm/h 以上の降雨継続時間は 3～13 時間、平均 7.1 時間となった。洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間は、基準地点三本木および落合では概ね 24 時間でカバーできることがわかる。

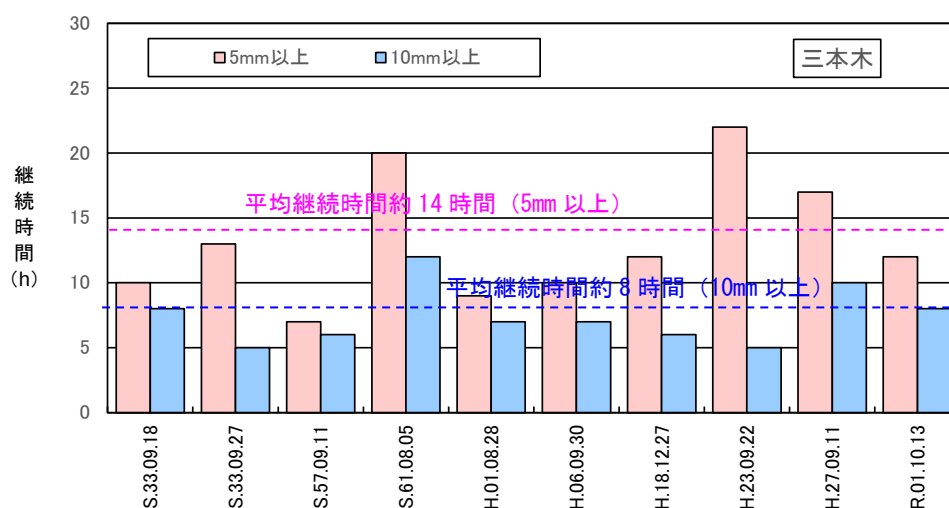


図 1.31 強い降雨強度の継続時間（基準地点三本木上流流域平均雨量）

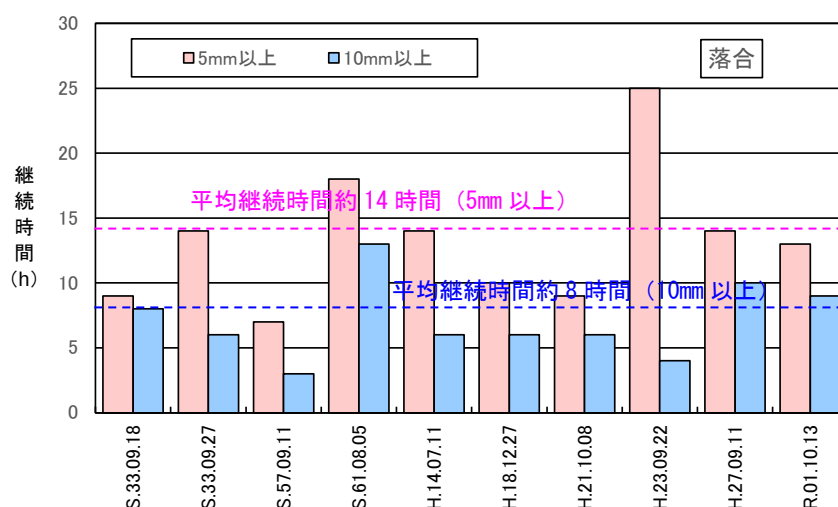


図 1.32 強い降雨強度の継続時間（基準地点落合上流流域平均雨量）

(5) 対象降雨の降雨継続時間の設定

過去の主要な洪水（昭和 22 年（1947 年）から令和 3 年（2021 年））を対象に、以下に示す洪水到達時間やピーク流量と雨量の相関等を総合的に判断し、対象降雨の降雨継続時間は、基準地点三本木、落合で 24 時間と設定した。

項目	鳴瀬川 基準地点三本木	吉田川 基準地点落合
1) Kinematic Wave 法による 洪水の到達時間	9～46 時間 (平均 19.5 時間)	12～46 時間 (平均 20.2 時間)
2) 角屋の式による洪水の 到達時間	6.7～10.4 時間 (平均 8.6 時間)	5.1～8.1 時間 (平均 6.9 時間)
3) ピーク流量と雨量の相関	定義① 6～48 時間 定義② 6～48 時間	定義① 12～48 時間 定義② 6～48 時間
4) 強い降雨強度の継続時間	・ 5mm/h 以上 7～22 時間（平均 13.2 時間） ・ 10mm/h 以上 5～12 時間（平均 7.4 時間）	・ 5mm/h 以上 7～25 時間（平均 13.3 時間） ・ 10mm/h 以上 3～13 時間（平均 7.1 時間）
降雨継続時間	24 時間	24 時間

1.6 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定

降雨量変化倍率の算定に用いているアンサンブル予測降雨波形の過去実験の期間が平成 22 年（2010 年）までであることを踏まえ、既定計画から雨量標本のデータ延伸を一律に平成 22 年（2010 年）までの雨量標本を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とする。

1/100 確率規模の降雨量は、昭和 22 年（1947 年）～平成 22 年（2010 年）までの 64 年間の年最大雨量を確率処理し、適合度の基準を満足する安定性の良好な確率分布モデルにより、鳴瀬川の基準地点三本木で 308.3mm/24h、吉田川の基準地点落合で 308.4mm/24h と決定した。また、対象降雨の降雨量は、気候変動による降雨量の増加を考慮して 1.1 倍を乗じ、鳴瀬川の基準地点三本木で 339.2mm/24h、吉田川の基準地点落合で 339.3mm/24h と設定した。

表 1.21 1/100 確率規模降雨量

基準地点	1/100 確率雨量	気候変動後 1/100 確率雨量の 1.1 倍	備考
鳴瀬川 三本木	308.3mm/24h	339.2mm/24h	・ SLSC $\leq$ 0.040 の手法で Jackknife 推定誤差が最小かつ pAIC（赤池情報量基準）を踏まえた確率手法（三本木、落合：指数分布 Exp）を採用
吉田川 落合	308.4mm/24h	339.3mm/24h	・ 気候変動は、河川の整備の目標となる洪水の規模相応の降雨量に変化倍率 1.1 倍を乗じて算定

表 1.22 鳴瀬川基準地点三本木 24 時間雨量 1/100 確率評価結果

確率分布	計算方法	三本木				備考
		SLSC	確率1/100 24時間雨量 (mm)	確率/100 Jackknife 推定誤差 (mm)	pAIC	
極値分布	指数分布 Exp	0.026	308.3	30.0	642.4	採用
	一般化極値分布 Gev	0.028	324.2	40.1	660.9	
	グンベル分布 Gumbel	0.040	270.3	25.3	666.8	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.036	281.7	28.6	659.4	
ガンマ分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）LP3Rs	0.042	281.1	599.6	-	
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）LogP3	0.025	317.5	38.5	660.0	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.024	303.0	39.9	659.5	
	石原・高瀬法 IshiTaka	-	-	-	-	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.023	310.7	37.7	659.0	
	対数正規分布3母数（SladeⅡ）LN3Q	-	-	-	-	
	対数正規分布2母数（SladeⅠ, L積率法）LN2LM	-	-	-	-	
	対数正規分布2母数（SladeⅠ, 積率法）LN2PM	-	-	-	-	
	対数正規分布4母数（SladeⅣ, 積率法）LN4PM	-	-	-	-	

注：時間雨量の統計範囲は、昭和 22 年～平成 22 年

SLSC≤0.04 の計算手法の中で、Jackknife 推定誤差と pAIC を総合的に評価して、安定性が良い確率分布モデルを採用

表 1.23 吉田川基準地点落合 24 時間雨量 1/100 確率評価結果

確率分布	計算方法	落合				備考
		SLSC	確率1/100 24時間雨量 (mm)	確率/100 Jackknife 推定誤差 (mm)	pAIC	
極値分布	指数分布 Exp	0.028	308.4	35.7	642.4	採用
	一般化極値分布 Gev	0.020	337.3	58.6	656.6	
	グンベル分布 Gumbel	0.057	270.5	30.0	665.9	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.045	275.3	28.6	656.4	
ガンマ分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）LP3Rs	-	-	-	-	
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）LogP3	0.019	334.4	55.7	655.6	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.025	315.9	57.8	655.6	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.033	316.4	44.1	656.1	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.026	302.7	85.6	656.0	
	対数正規分布3母数（SladeⅡ）LN3Q	0.030	315.8	44.4	655.8	
	対数正規分布2母数（SladeⅠ, L積率法）LN2LM	-	-	-	-	
	対数正規分布2母数（SladeⅠ, 積率法）LN2PM	-	-	-	-	
	対数正規分布4母数（SladeⅣ, 積率法）LN4PM	-	-	-	-	

注：時間雨量の統計範囲は、昭和 22 年～平成 22 年

SLSC≤0.04 の計算手法の中で、Jackknife 推定誤差と pAIC を総合的に評価して、安定性が良い確率分布モデルを採用

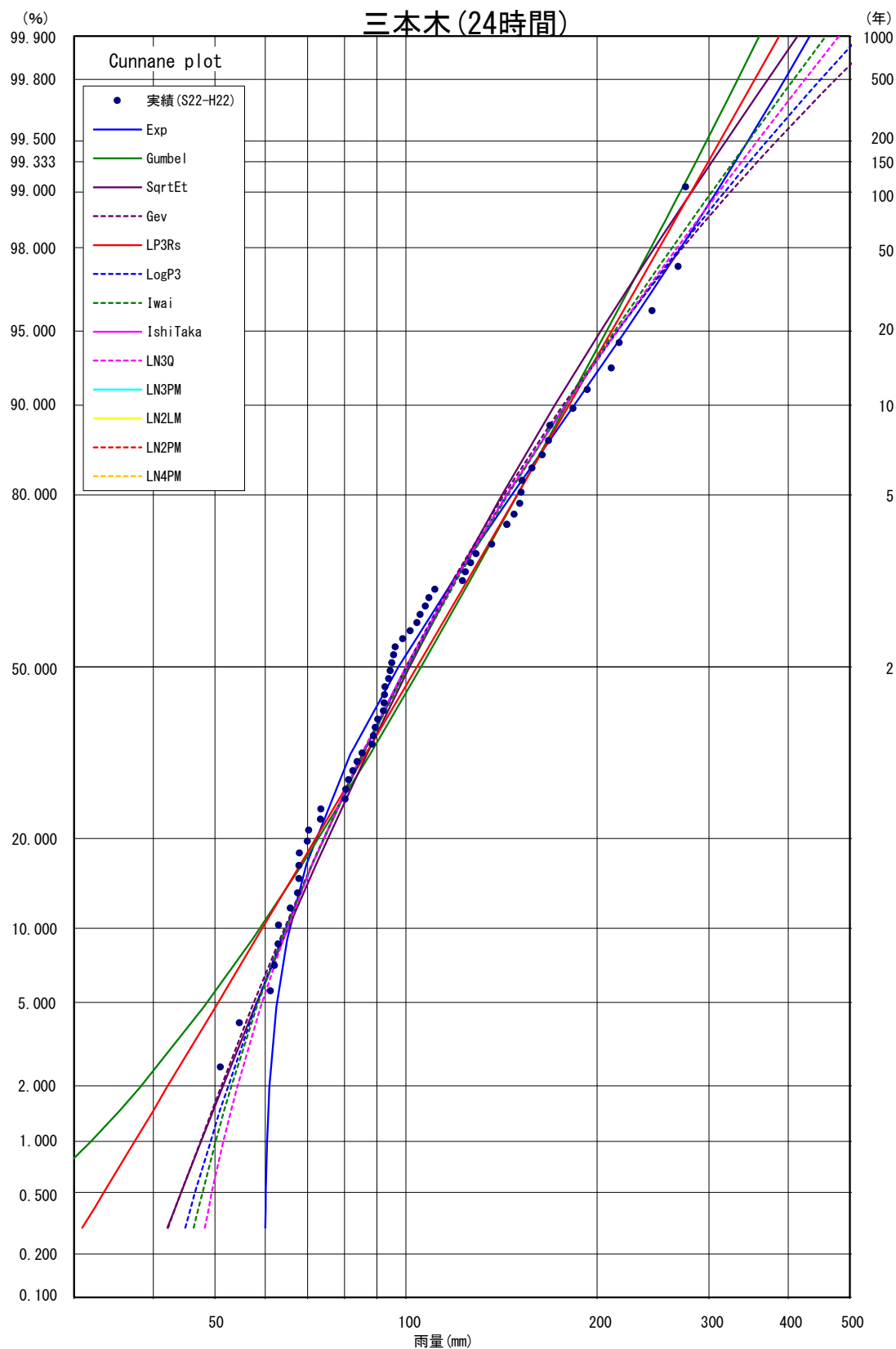


図 1.33 24 時間雨量確率図 (鳴瀬川基準地点三本木)

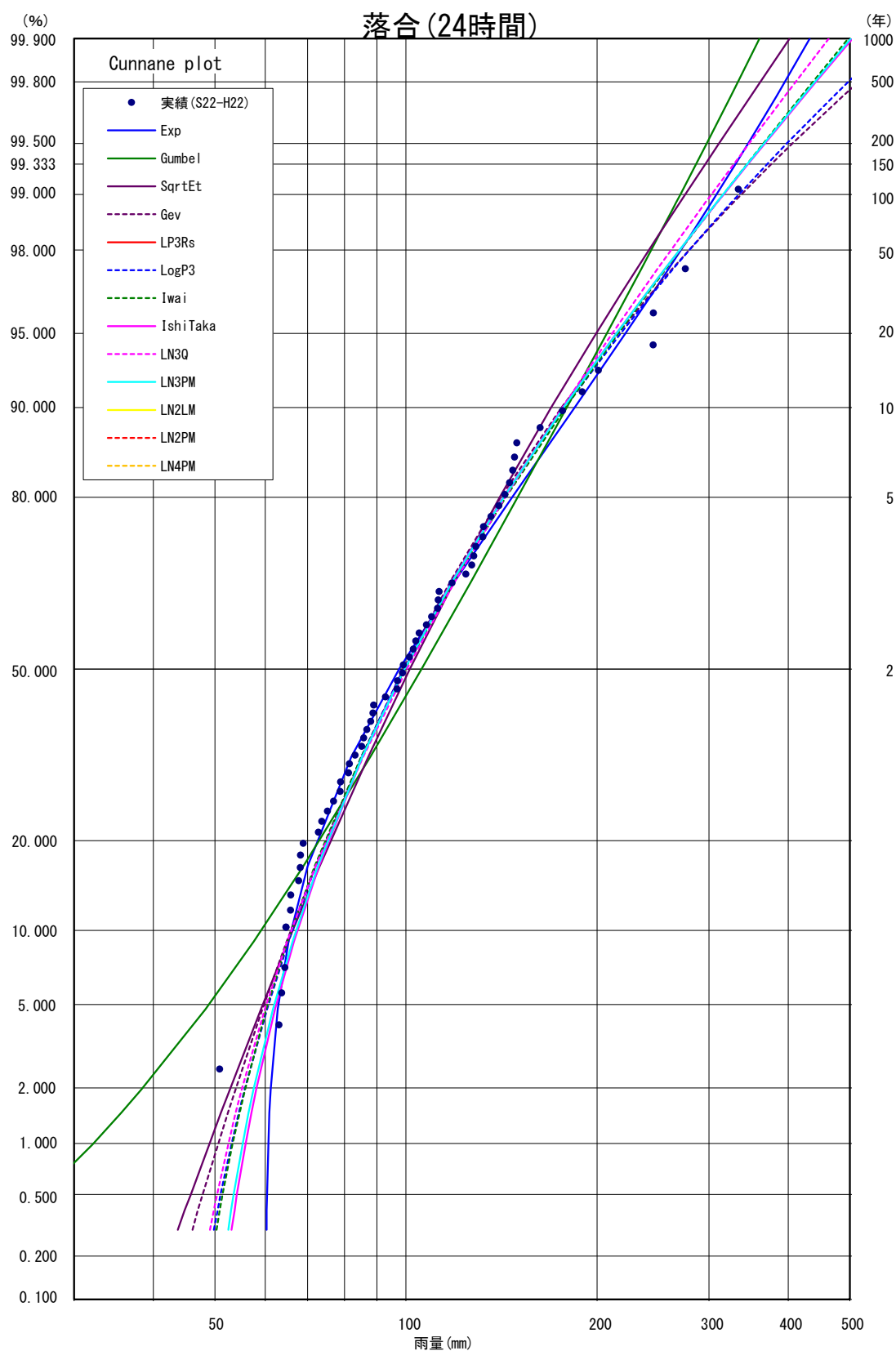


図 1.34 24 時間雨量確率図 (吉田川基準地点落合)

表 1.24 年最大 24 時間雨量一覧（鳴瀬川基準地点三本木）

NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量		
	年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)
1	1947	S. 22. 09. 09	275. 6	21	1967	S. 42. 10. 27	111. 1	41	1987	S. 62. 08. 24	85. 3	61	2007	H. 19. 09. 05	94. 4
2	1948	S. 23. 09. 10	268. 2	22	1968	S. 43. 08. 19	88. 5	42	1988	S. 63. 07. 23	73. 4	62	2008	H. 20. 08. 22	95. 0
3	1949	S. 24. 09. 21	92. 2	23	1969	S. 44. 08. 03	148. 0	43	1989	H. 01. 08. 24	193. 0	63	2009	H. 21. 10. 06	183. 3
4	1950	S. 25. 08. 02	210. 5	24	1970	S. 45. 11. 18	92. 7	44	1990	H. 02. 11. 28	136. 4	64	2010	H. 22. 05. 22	89. 4
5	1951	S. 26. 09. 09	51. 0	25	1971	S. 46. 08. 29	124. 1	45	1991	H. 03. 09. 16	104. 0				
6	1952	S. 27. 07. 11	80. 4	26	1972	S. 47. 11. 20	88. 9	46	1992	H. 04. 06. 30	54. 7				
7	1953	S. 28. 09. 23	95. 6	27	1973	S. 48. 09. 19	81. 2	47	1993	H. 05. 08. 24	126. 5				
8	1954	S. 29. 06. 02	107. 3	28	1974	S. 49. 09. 21	128. 9	48	1994	H. 06. 09. 21	167. 7				
9	1955	S. 30. 10. 25	67. 5	29	1975	S. 50. 11. 14	67. 8	49	1995	H. 07. 08. 01	67. 8				
10	1956	S. 31. 08. 21	69. 9	30	1976	S. 51. 08. 04	122. 8	50	1996	H. 08. 09. 20	68. 0				
11	1957	S. 32. 07. 07	108. 7	31	1977	S. 52. 09. 18	92. 5	51	1997	H. 09. 06. 17	62. 9				
12	1958	S. 33. 09. 14	216. 7	32	1978	S. 53. 06. 23	61. 2	52	1998	H. 10. 09. 14	158. 0				
13	1959	S. 34. 09. 23	144. 2	33	1979	S. 54. 09. 16	90. 3	53	1999	H. 11. 08. 12	168. 6				
14	1960	S. 35. 10. 05	80. 2	34	1980	S. 55. 08. 21	82. 5	54	2000	H. 12. 09. 10	96. 2				
15	1961	S. 36. 10. 24	105. 3	35	1981	S. 56. 08. 20	151. 8	55	2001	H. 13. 09. 03	92. 4				
16	1962	S. 37. 08. 26	70. 3	36	1982	S. 57. 09. 08	151. 1	56	2002	H. 14. 07. 03	152. 3				
17	1963	S. 38. 11. 23	62. 1	37	1983	S. 58. 07. 24	101. 5	57	2003	H. 15. 07. 23	65. 8				
18	1964	S. 39. 08. 18	98. 8	38	1984	S. 59. 09. 01	73. 4	58	2004	H. 16. 10. 07	93. 9				
19	1965	S. 40. 05. 01	63. 0	39	1985	S. 60. 06. 28	93. 1	59	2005	H. 17. 08. 24	83. 8				
20	1966	S. 41. 06. 21	144. 2	40	1986	S. 61. 08. 02	244. 2	60	2006	H. 18. 12. 25	163. 9				

表 1.25 年最大 24 時間雨量一覧（吉田川基準地点落合）

NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量			NO	年最大24時間雨量		
	年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)		年	生起日	雨量(m)
1	1947	S. 22. 09. 09	245. 4	21	1967	S. 42. 10. 27	104. 9	41	1987	S. 62. 08. 14	72. 8	61	2007	H. 19. 07. 13	85. 8
2	1948	S. 23. 09. 10	333. 8	22	1968	S. 43. 08. 19	78. 9	42	1988	S. 63. 07. 23	81. 5	62	2008	H. 20. 10. 22	99. 1
3	1949	S. 24. 08. 30	64. 5	23	1969	S. 44. 08. 03	118. 2	43	1989	H. 01. 08. 24	148. 3	63	2009	H. 21. 10. 06	176. 4
4	1950	S. 25. 08. 02	201. 0	24	1970	S. 45. 11. 18	88. 7	44	1990	H. 02. 09. 15	149. 5	64	2010	H. 22. 05. 22	112. 4
5	1951	S. 26. 09. 09	64. 7	25	1971	S. 46. 08. 29	132. 5	45	1991	H. 03. 09. 16	143. 2				
6	1952	S. 27. 10. 07	81. 2	26	1972	S. 47. 11. 20	68. 2	46	1992	H. 04. 06. 30	50. 9				
7	1953	S. 28. 09. 23	63. 1	27	1973	S. 48. 09. 19	92. 8	47	1993	H. 05. 11. 11	112. 2				
8	1954	S. 29. 06. 02	127. 0	28	1974	S. 49. 09. 21	136. 1	48	1994	H. 06. 09. 20	132. 2				
9	1955	S. 30. 05. 29	65. 8	29	1975	S. 50. 11. 14	101. 3	49	1995	H. 07. 06. 13	64. 7				
10	1956	S. 31. 08. 21	85. 2	30	1976	S. 51. 08. 04	140. 1	50	1996	H. 08. 09. 20	75. 3				
11	1957	S. 32. 07. 07	88. 0	31	1977	S. 52. 09. 18	96. 8	51	1997	H. 09. 06. 17	67. 8				
12	1958	S. 33. 09. 14	245. 2	32	1978	S. 53. 06. 23	63. 7	52	1998	H. 10. 09. 14	107. 8				
13	1959	S. 34. 08. 07	103. 7	33	1979	S. 54. 09. 16	112. 8	53	1999	H. 11. 08. 12	124. 3				
14	1960	S. 35. 10. 05	98. 7	34	1980	S. 55. 08. 21	145. 6	54	2000	H. 12. 09. 10	162. 7				
15	1961	S. 36. 10. 01	68. 2	35	1981	S. 56. 09. 23	109. 7	55	2001	H. 13. 09. 03	78. 8				
16	1962	S. 37. 08. 26	89. 0	36	1982	S. 57. 09. 08	128. 8	56	2002	H. 14. 07. 03	189. 5				
17	1963	S. 38. 11. 23	86. 8	37	1983	S. 58. 07. 24	73. 7	57	2003	H. 15. 07. 23	76. 9				
18	1964	S. 39. 08. 18	97. 0	38	1984	S. 59. 09. 01	65. 9	58	2004	H. 16. 10. 07	102. 8				
19	1965	S. 40. 05. 01	68. 9	39	1985	S. 60. 06. 28	114. 1	59	2005	H. 17. 07. 25	83. 2				
20	1966	S. 41. 06. 21	147. 3	40	1986	S. 61. 08. 02	275. 4	60	2006	H. 18. 12. 25	127. 9				

【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

参考として、近年降雨の気候変動の影響等を確認するため、「非定常状態の検定：Mann-Kendall 検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れるまでのデータ延伸」ととどめ、定常の水文統計解析による確率雨量の算定等を併せて実施した。

＜鳴瀬川基準地点三本木＞

(1) Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 22 年（1947 年）～平成 22 年（2010 年）までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 5 年（2023 年）までのデータを対象とした検定結果を確認した。

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施した。

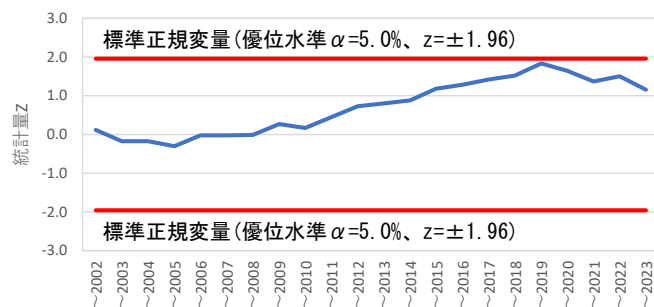


図 1.35 Mann-Kendall 検定（定常／非定常性を確認）（鳴瀬川三本木）

(2) 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年（令和 5 年（2023 年））まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率モデルによる 1/100 確率雨量から、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いて 1/100 確率雨量を算定した。

⇒令和 5 年（2023 年）までの雨量データを用いた場合の基準地点三本木 1/100 確率雨量は、313mm/24h となり、データ延伸による確率雨量に大きな差がないことを確認した。

< 吉田川基準地点落合 >

(1) Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 22 年（1947 年）～平成 22 年（2010 年）までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 5 年（2023 年）までのデータを対象とした検定結果を確認した。

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施した。

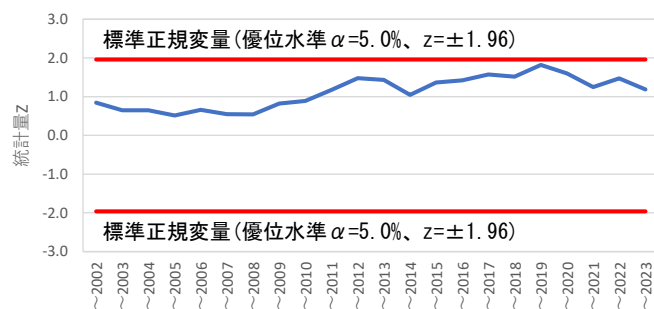


図 1.36 Mann-Kendall 検定（定常／非定常性を確認）（吉田川落合）

(2) 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年（令和 5 年（2023 年））まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率モデルによる 1/100 確率雨量から、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いて 1/100 確率雨量を算定した。

⇒令和 5 年（2023 年）までの雨量データを用いた場合の基準地点落合 1/100 確率雨量は、316mm/24h となり、データ延伸による確率雨量に大きな差がないことを確認した。

1.7 対象降雨波形の設定

基本高水の検討対象洪水において、短時間に降雨が集中する洪水や降雨の範囲が著しく偏った洪水を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

今回、計画対象洪水の選定に当たっては、ピーク流量が平均年最大流量相当以上かつ上位 10 位、降雨継続時間（24 時間）内雨量が上位 10 位かつ引き伸ばし率が 2 倍以下（1.1 倍する前の確率雨量）となる洪水を選定した。

以上を踏まえて、各地点の代表洪水は表 1.26、表 1.27 に示す鳴瀬川の三本木地点で 15 洪水、吉田川の落合地点で 13 洪水とした。

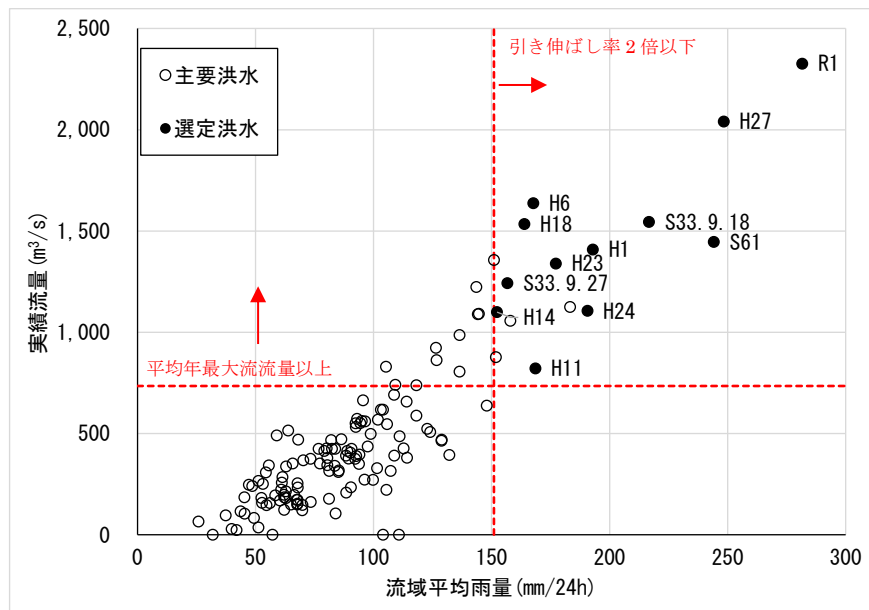


図 1.37 対象洪水の選定結果（鳴瀬川基準地点三本木）

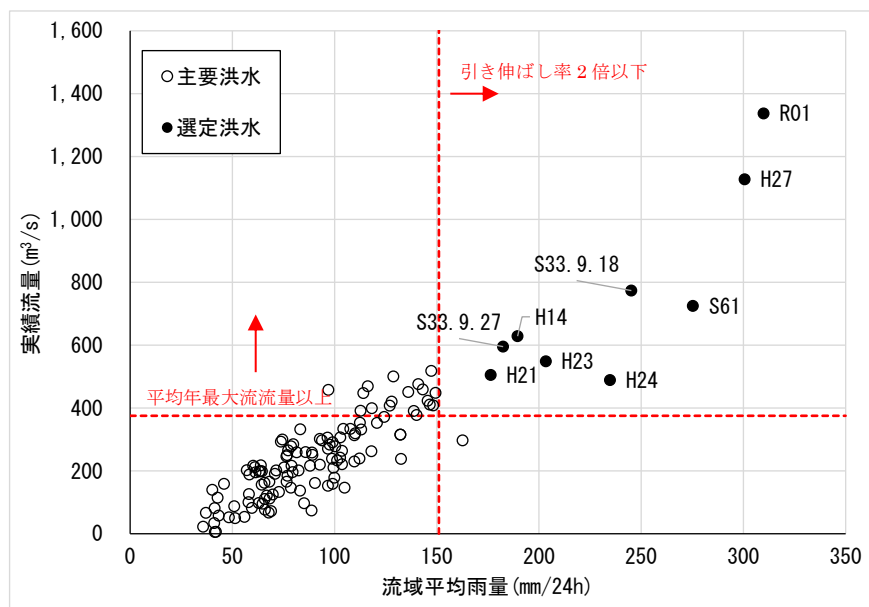


図 1.38 対象洪水の選定結果（吉田川基準地点落合）

表 1.26 検討対象洪水（鳴瀬川基準地点三本木）

No	洪水名	実績流量		24時間雨量		選定基準		
		(m ³ /s)	順位	(mm)	順位	既定計画	実績降雨	実績流量
1	S. 22. 09. 15	—	—	275. 6	2	○	○	
2	S. 23. 08. 13	—	—	221. 6	6		○	
3	S. 23. 09. 16	—	—	268. 2	3	○	○	
4	S. 25. 08. 04	—	—	210. 5	8	○	○	
5	S. 33. 09. 18	1, 544	4	216. 7	7	○	○	○
6	S. 33. 09. 27	1, 242	10	156. 7	15	○		○
7	S. 61. 08. 05	1, 446	6	244. 2	5	○	○	○
8	H. 01. 08. 28	1, 409	7	193. 0	9	○	○	○
9	H. 06. 09. 30	1, 637	3	167. 7	13	○		○
10	H. 11. 08. 14	821	13	168. 6	12	○		
11	H. 18. 12. 27	1, 534	5	163. 9	14			○
12	H. 23. 09. 22	1, 339	9	177. 3	11			○
13	H. 24. 05. 03	1, 106	11	190. 6	10		○	
14	H. 27. 09. 11	2, 040	2	248. 4	4		○	○
15	R. 01. 10. 13	2, 326	1	281. 6	1		○	○

表 1.27 検討対象洪水（吉田川基準地点落合）

No	洪水名	実績流量		24時間雨量		選定基準		
		(m ³ /s)	順位	(mm)	順位	既定計画	実績降雨	実績流量
1	S. 22. 09. 15	—	—	245. 43	5	○	○	
2	S. 23. 08. 13	—	—	211. 46	8		○	
3	S. 23. 09. 16	—	—	333. 79	1	○	○	
4	S. 25. 08. 04	—	—	200. 98	10	○	○	
5	S. 33. 09. 18	773	3	245. 22	6	○	○	○
6	S. 33. 09. 27	595	6	182. 43	12	○		○
7	S. 61. 08. 05	724	4	275. 35	4	○	○	○
8	H. 14. 07. 11	628	5	189. 54	11	○		○
9	H. 21. 10. 08	505	9	176. 42	13			○
10	H. 23. 09. 22	548	7	203. 36	9		○	○
11	H. 24. 05. 03	489	11	234. 82	7		○	
12	H. 27. 09. 11	1, 127	2	300. 61	3		○	○
13	R. 01. 10. 13	1, 336	1	309. 96	2		○	○

1.8 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1.8.1 考え方

基本高水の検討対象洪水において、「短時間に降雨が集中する洪水」や「降雨の範囲が著しく偏った洪水」等を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、実績降雨波形を対象降雨波形として採用するには、確率水文量への引き伸ばしによって異常な降雨になっていないか十分にチェックする必要がある。

したがって、前節で設定した洪水について、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

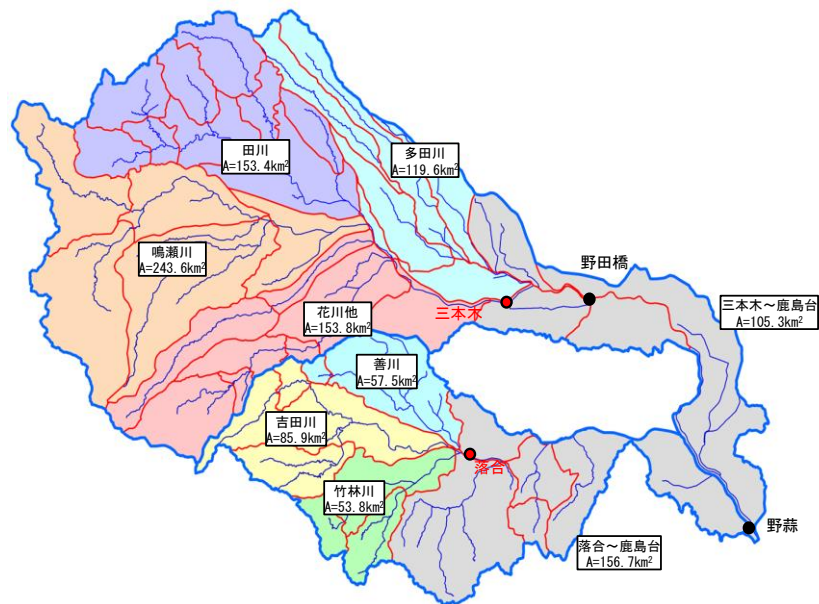
棄却基準については、地域分布及び時間分布の異常な降雨として、1/500以上の降雨をその判断基準とした。確率評価の手法は、なお、引き伸ばし後の降雨量は気候変動による降雨量の増大を考慮しない雨量（降雨量変化倍率を乗じる前の雨量）とする。

1.8.2 地域分布の評価について

対象地域毎の年最大 24 時間雨量を用いて確率評価を行い、主要洪水における基準地点三本木上流域の最大 24 時間雨量が生起した時間帯の拡大雨量が 1/500 雨量を超過する場合、異常な引き伸ばしと評価した。

(1) 対象地域の選定

対象地域は、地形や年間降雨量分布、支川の関係から下図のとおりとした。



＜地域分布の評価に用いた小流域＞

図 1.39 検討対象地域位置図

(2) 棄却基準値の選定

各選定地域における棄却基準値を設定する。昭和 22 年 (1947 年) ～平成 22 年 (2010 年) (64 年間) の年最大 24 時間雨量を用いて確率計算を行った結果、1/500 雨量は表 1.28、表 1.29 のとおりとなった。なお、対象雨量は、計画対象降雨算定時と同様の方法で確率分布モデルを選定した。

表 1.28 (1) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (鳴瀬川 鳴瀬川地点)

確率分布	計算方法	基準地点：鳴瀬川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.032	436.5	40.8	658.500
	グンベル分布 Gumbel	0.032	366.3	33.1	683.200
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.031	428.6	47.3	676.900
	一般化極値分布 Gev	0.029	466.4	81.7	680.300
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	0.044	367.7	33.3	683.500
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.025	460.5	71.5	678.300
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.024	504.5	74.7	677.600
	石原・高瀬法 IshiTaka	-	-	-	-
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.024	384.4	79.8	677.400
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04 以下の手法のうち、pAIC が最小の手法					

表 1.28 (2) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (鳴瀬川 田川地点)

確率分布	計算方法	基準地点：田川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.026	346.9	37.5	624.200
	グンベル分布 Gumbel	0.041	293.1	30.3	649.000
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.026	334.7	34.3	643.400
	一般化極値分布 Gev	0.019	372.7	93.7	645.700
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	-	-	-	-
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.018	367.0	80.9	644.500
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.024	334.3	57.0	645.600
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.021	349.5	62.9	643.700
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.018	386.6	62.0	643.400
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	0.020	338.7	63.0	643.800
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04 以下の手法のうち、pAIC が最小の手法					

表 1.28 (3) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果（鳴瀬川 花川他地点）

確率分布	計算方法	基準地点：花川他			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.026	418.9	44.1	648.800
	グンベル分布 Gumbel	0.038	353.8	35.7	673.600
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.026	407.0	42.4	668.100
	一般化極値分布 Gev	0.021	465.8	97.4	670.200
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法） LP3Rs	—	—	—	—
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法） LogP3	0.017	441.2	81.6	669.600
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.016	394.2	69.0	669.400
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.017	396.4	46.4	669.700
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.016	413.5	67.6	669.300
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	0.018	386.2	46.0	670.000
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
	SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法				

表 1.28 (4) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果（鳴瀬川 多田川地点）

確率分布	計算方法	基準地点：多田川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.024	311.3	34.9	610.300
	グンベル分布 Gumbel	0.046	263.1	28.2	634.600
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.031	296.4	33.1	627.900
	一般化極値分布 Gev	0.019	363.6	93.1	629.400
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法） LP3Rs	—	—	—	—
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法） LogP3	0.019	338.5	82.2	629.200
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.024	336.0	60.2	629.200
	石原・高瀬法 IshiTaka	—	—	—	—
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.024	291.9	79.8	629.200
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
	SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法				

表 1.28 (5) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果（鳴瀬川 三本木～鹿島台地点）

確率分布	計算方法	基準地点：三本木～鹿島台			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.033	309.0	35.6	612.400
	グンベル分布 Gumbel	0.046	260.0	28.7	638.100
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.027	315.5	33.4	633.900
	一般化極値分布 Gev	0.025	343.6	81.0	635.900
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法） LP3Rs	—	—	—	—
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法） LogP3	0.023	318.7	69.6	636.000
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.024	340.8	70.6	636.200
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.032	306.1	42.1	637.100
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.024	291.9	48.4	636.200
	対数正規分布3母数(SladeⅡ) LN3PM	0.028	296.7	42.0	636.500
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
SLSC≤0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.29 (1) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (吉田川 吉田川地点)

確率分布	計算方法	基準地点 : 吉田川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.024	411.6	45.1	647.100
	グンベル分布 Gumbel	0.043	347.4	36.5	671.300
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.033	389.7	42.3	664.200
	一般化極値分布 Gev	0.022	479.2	107.0	665.800
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	-	-	-	-
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.021	454.6	90.2	664.700
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.021	543.2	95.8	664.100
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.023	402.8	53.2	664.900
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.023	323.1	113.0	664.600
	対数正規分布3母数(SladeⅡ) LN3PM	0.024	391.1	53.0	665.300
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.29 (2) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (吉田川 竹林川地点)

確率分布	計算方法	基準地点 : 竹林川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.035	393.0	51.9	642.800
	グンベル分布 Gumbel	0.065	330.8	41.8	666.000
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.048	358.7	42.1	655.700
	一般化極値分布 Gev	0.016	514.7	154.2	655.500
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	-	-	-	-
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.014	483.5	141.5	654.100
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	-	-	-	-
	石原・高瀬法 IshiTaka	-	-	-	-
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.015	440.7	93.1	653.800
	対数正規分布3母数(SladeⅡ) LN3PM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.29 (3) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (吉田川 善川地点)

確率分布	計算方法	基準地点：善川			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.041	392.4	53.8	643.100
	グンベル分布 Gumbel	0.070	330.1	43.3	666.600
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.053	361.0	42.5	656.200
	一般化極値分布 Gev	0.023	531.3	155.3	656.000
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	-	-	-	-
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.023	496.3	138.6	656.100
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.025	575.1	123.4	656.000
	石原・高瀬法 IshiTaka	-	-	-	-
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.026	365.6	103.1	656.200
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.29 (4) 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (吉田川 落合～鹿島台地点)

確率分布	計算方法	基準地点：落合～鹿島台			
		SLSC	確率1/500 24時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.057	358.3	53.8	632.300
	グンベル分布 Gumbel	0.083	301.1	43.2	656.800
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.050	349.5	40.0	648.800
	一般化極値分布 Gev	0.027	462.9	167.6	650.800
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法) LP3Rs	-	-	-	-
	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法) LogP3	0.030	428.0	152.9	652.500
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.033	336.3	109.4	651.300
	石原・高瀬法 IshiTaka	-	-	-	-
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.033	361.1	81.2	651.300
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	-	-	-	-
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	-	-	-	-
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	-	-	-	-
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.30 年最大 24 時間雨量（鳴瀬川）

No.	西暦	年	24時間雨量 (mm)				
			鳴瀬川	田川	花川他	多田川	三本木～鹿島台
1	1947	S22	283.2	274.8	264.5	190.1	134.2
2	1948	S23	257.3	251.7	302.0	271.5	205.8
3	1949	S24	110.8	107.8	65.4	67.2	47.2
4	1950	S25	221.1	206.0	201.2	150.1	185.9
5	1951	S26	47.1	50.6	61.0	38.9	38.4
6	1952	S27	81.9	81.0	77.5	78.9	68.6
7	1953	S28	109.8	75.2	93.6	55.4	33.4
8	1954	S29	112.3	86.2	122.4	96.3	92.2
9	1955	S30	73.7	76.5	74.0	64.8	79.4
10	1956	S31	63.1	68.1	82.6	70.0	63.0
11	1957	S32	107.0	119.4	105.3	123.1	89.8
12	1958	S33	234.9	154.5	250.2	158.6	152.4
13	1959	S34	165.3	121.9	134.8	61.3	58.9
14	1960	S35	76.5	68.8	96.4	70.4	108.5
15	1961	S36	136.3	60.4	102.1	46.1	39.5
16	1962	S37	57.6	65.5	95.5	70.8	30.8
17	1963	S38	58.2	63.4	67.1	61.7	56.2
18	1964	S39	104.4	100.3	116.2	108.3	80.3
19	1965	S40	66.3	52.6	77.0	59.3	57.3
20	1966	S41	143.8	131.3	157.7	138.7	179.8
21	1967	S42	116.1	88.2	128.0	85.1	96.8
22	1968	S43	88.6	92.0	85.2	81.4	68.3
23	1969	S44	151.1	160.2	134.1	135.2	104.7
24	1970	S45	99.0	64.2	111.2	58.8	95.6
25	1971	S46	134.1	91.3	141.1	77.2	86.7
26	1972	S47	89.4	95.0	83.2	61.6	55.5
27	1973	S48	79.0	58.3	108.2	66.1	67.1
28	1974	S49	131.7	108.3	145.5	106.7	96.8
29	1975	S50	60.8	62.6	99.0	75.3	65.1
30	1976	S51	125.0	127.4	114.5	55.2	75.5
31	1977	S52	91.1	81.8	106.0	88.4	78.3
32	1978	S53	53.6	65.4	73.2	64.3	47.7
33	1979	S54	74.0	80.5	126.0	76.9	72.5
34	1980	S55	65.3	115.7	116.5	116.0	89.0
35	1981	S56	166.9	127.6	152.7	102.1	115.2
36	1982	S57	169.9	119.2	155.2	117.3	105.0
37	1983	S58	102.1	108.3	94.2	79.9	70.0
38	1984	S59	77.5	77.5	81.0	64.0	54.1
39	1985	S60	82.9	86.4	115.3	109.0	80.5
40	1986	S61	273.4	158.8	281.5	181.7	235.2
41	1987	S62	90.9	98.2	74.2	92.7	57.1
42	1988	S63	75.2	66.3	80.6	71.9	78.7
43	1989	H1	186.8	177.0	218.7	126.9	77.1
44	1990	H2	144.2	118.4	142.3	136.5	108.2
45	1991	H3	104.6	92.4	131.6	114.0	113.8
46	1992	H4	54.9	52.6	56.5	48.8	48.6
47	1993	H5	148.7	93.4	145.5	74.6	73.6
48	1994	H6	183.9	146.9	163.7	95.2	125.3
49	1995	H7	70.5	80.8	54.7	62.8	51.3
50	1996	H8	69.8	49.2	85.1	53.9	73.4
51	1997	H9	60.7	57.3	72.1	61.7	59.1
52	1998	H10	186.4	120.9	150.2	91.3	90.9
53	1999	H11	188.9	140.6	168.2	80.1	84.1
54	2000	H12	70.6	105.0	128.7	102.3	64.3
55	2001	H13	101.9	80.5	90.0	68.4	48.8
56	2002	H14	147.6	137.5	174.8	161.5	185.5
57	2003	H15	67.3	61.7	77.7	60.0	75.0
58	2004	H16	92.7	79.9	112.0	74.5	82.5
59	2005	H17	85.5	73.5	91.2	58.1	45.8
60	2006	H18	171.8	149.4	165.9	98.8	113.6
61	2007	H19	127.6	65.6	93.4	56.1	49.1
62	2008	H20	82.3	105.3	106.1	109.7	84.6
63	2009	H21	189.8	149.5	207.0	141.5	110.2
64	2010	H22	93.7	98.9	105.5	95.7	79.2

表 1.31 年最大 24 時間雨量（吉田川）

No.	西暦	年	24時間雨量 (mm)			
			吉田川	竹林川	善川	落合～鹿島台
1	1947	S22	271.7	215.5	234.2	171.7
2	1948	S23	310.0	359.3	345.6	280.9
3	1949	S24	68.5	60.2	62.5	59.4
4	1950	S25	215.6	188.7	191.5	194.9
5	1951	S26	70.2	67.1	53.1	40.1
6	1952	S27	88.0	78.2	76.2	63.9
7	1953	S28	70.2	54.2	60.6	39.6
8	1954	S29	130.8	130.9	120.3	111.9
9	1955	S30	69.3	73.5	62.8	78.9
10	1956	S31	87.2	87.4	87.7	77.8
11	1957	S32	88.6	85.6	89.4	82.7
12	1958	S33	243.3	208.3	282.7	177.8
13	1959	S34	108.4	93.0	105.3	81.0
14	1960	S35	100.3	94.4	100.1	114.8
15	1961	S36	76.2	59.9	63.9	45.4
16	1962	S37	102.9	78.7	77.4	73.1
17	1963	S38	76.8	77.0	111.0	70.8
18	1964	S39	105.0	97.7	98.7	93.5
19	1965	S40	71.6	65.6	68.5	61.6
20	1966	S41	155.8	135.9	167.7	145.9
21	1967	S42	114.9	98.9	95.6	91.4
22	1968	S43	80.1	72.0	87.4	62.4
23	1969	S44	123.7	112.4	117.4	99.2
24	1970	S45	89.3	70.4	105.9	117.5
25	1971	S46	139.5	129.8	124.8	108.7
26	1972	S47	76.5	66.1	59.4	58.7
27	1973	S48	102.4	83.1	87.7	82.3
28	1974	S49	147.8	128.3	125.8	106.0
29	1975	S50	103.8	105.0	94.2	93.0
30	1976	S51	141.8	141.3	136.5	82.8
31	1977	S52	102.8	92.2	92.1	93.6
32	1978	S53	64.4	59.5	67.6	56.4
33	1979	S54	122.2	104.3	106.7	93.8
34	1980	S55	144.1	160.5	132.0	133.8
35	1981	S56	125.2	104.4	95.2	106.0
36	1982	S57	136.1	122.0	125.5	107.6
37	1983	S58	75.4	61.3	83.0	60.7
38	1984	S59	63.4	68.7	67.0	64.5
39	1985	S60	113.7	104.0	95.7	82.7
40	1986	S61	269.3	293.9	268.1	353.8
41	1987	S62	73.5	67.9	76.3	57.4
42	1988	S63	80.6	85.8	78.7	93.8
43	1989	H1	180.9	122.1	124.9	72.2
44	1990	H2	156.5	161.5	130.3	126.7
45	1991	H3	151.5	150.0	149.5	123.4
46	1992	H4	53.1	51.2	46.3	35.7
47	1993	H5	128.8	107.9	92.0	90.4
48	1994	H6	136.9	133.3	126.8	126.1
49	1995	H7	64.9	72.5	57.3	71.8
50	1996	H8	87.2	66.8	65.4	68.3
51	1997	H9	69.1	72.0	61.9	64.9
52	1998	H10	114.1	104.6	112.9	97.9
53	1999	H11	135.7	129.0	102.4	112.2
54	2000	H12	173.0	175.9	135.1	92.4
55	2001	H13	92.1	76.9	61.0	52.2
56	2002	H14	184.6	192.5	194.2	207.3
57	2003	H15	79.4	73.2	76.8	78.8
58	2004	H16	107.5	106.0	94.0	95.6
59	2005	H17	90.7	82.9	72.3	58.3
60	2006	H18	143.1	120.2	119.0	123.1
61	2007	H19	94.8	90.4	68.3	61.1
62	2008	H20	110.5	99.4	95.4	74.6
63	2009	H21	199.5	155.2	161.8	109.2
64	2010	H22	124.3	113.8	93.4	87.9

(3) 対象地域の雨量評価

選定した地域について、拡大後雨量の異常性評価を確認した。なお、対象の時間は基準地点における 24 時間雨量が最大となる時間帯（降雨継続時間帯）とした。

鳴瀬川における各地域の拡大後雨量及び 1/500 雨量は、表 1.32 に示すとおりであり、2 洪水が棄却となる。また、吉田川における各地域の拡大後雨量及び 1/500 雨量は、表 1.33 に示すとおりであり、棄却する洪水はなかった。

表 1.32 地域分布の評価結果（鳴瀬川）

No	洪水名	拡大後雨量								
		三本木24時間雨量			対象区間					棄却判定
		実績雨量 (mm)	1/100雨量 (mm)	引伸し率	鳴瀬川	田川	花川他	多田川	三本木 ～鹿島台	
1	S. 22. 09. 15	275. 6	308. 3	1. 119	317. 5	308. 1	296. 5	213. 1	149. 5	
2	S. 23. 08. 13	221. 6		1. 391	336. 9	303. 2	271. 1	201. 2	240. 2	
3	S. 23. 09. 16	268. 2		1. 149	296. 4	290. 0	348. 0	312. 8	237. 0	棄却
4	S. 25. 08. 04	210. 5		1. 465	324. 6	299. 1	295. 4	212. 1	273. 0	
5	S. 33. 09. 18	216. 7		1. 423	334. 8	220. 2	356. 8	226. 2	217. 2	
6	S. 33. 09. 27	156. 7		1. 967	348. 0	215. 6	340. 9	234. 9	259. 4	
7	S. 61. 08. 05	244. 2		1. 263	346. 1	201. 0	356. 4	230. 0	296. 1	
8	H. 01. 08. 28	193. 0		1. 597	299. 5	283. 8	349. 2	201. 7	122. 0	
9	H. 06. 09. 30	167. 7		1. 838	338. 8	270. 3	301. 0	132. 9	78. 5	
10	H. 11. 08. 14	168. 6		1. 829	346. 3	257. 6	301. 7	139. 1	100. 1	
11	H. 18. 12. 27	163. 9		1. 881	323. 9	281. 5	312. 8	186. 3	154. 2	
12	H. 23. 09. 22	177. 3		1. 739	314. 8	253. 2	355. 5	265. 3	365. 9	棄却
13	H. 24. 05. 03	190. 6		1. 617	303. 1	232. 3	394. 9	288. 1	204. 8	
14	H. 27. 09. 11	248. 4		1. 241	304. 7	286. 0	338. 9	258. 2	155. 3	
15	R. 01. 10. 13	281. 6		1. 095	341. 9	197. 8	367. 5	227. 0	245. 0	
棄却基準値			1/500雨量	436. 5	346. 9	418. 9	311. 3	309. 0		

表 1.33 地域分布の評価結果（吉田川）

No	洪水名	拡大後雨量							棄却判定
		落合24時間雨量			対象区間				
		実績雨量 (mm)	1/100雨量 (mm)	引伸し率	吉田川	竹林川	善川	落合～ 鹿島台	
1	S. 22. 09. 15	245. 4	308. 4	1. 257	342. 2	271. 4	294. 8	216. 1	
2	S. 23. 08. 13	211. 5		1. 458	324. 2	291. 6	302. 6	280. 5	
3	S. 23. 09. 16	333. 8		1. 000	310. 0	359. 3	345. 6	281. 0	
4	S. 25. 08. 04	201. 0		1. 534	331. 4	289. 5	294. 3	299. 6	
5	S. 33. 09. 18	245. 2		1. 258	306. 5	262. 4	356. 2	224. 0	
6	S. 33. 09. 27	182. 4		1. 690	316. 6	295. 3	310. 7	271. 8	
7	S. 61. 08. 05	275. 4		1. 120	302. 1	329. 7	300. 8	397. 0	
8	H. 14. 07. 11	189. 5		1. 627	300. 9	313. 8	316. 6	333. 9	
9	H. 21. 10. 08	176. 4		1. 748	349. 5	271. 8	283. 5	191. 4	
10	H. 23. 09. 22	203. 4		1. 516	304. 6	317. 1	307. 7	365. 7	
11	H. 24. 05. 03	234. 8		1. 313	335. 3	299. 1	279. 1	201. 4	
12	H. 27. 09. 11	300. 6		1. 026	322. 3	316. 8	281. 9	189. 8	
13	R. 01. 10. 13	310. 0		1. 000	332. 7	306. 3	280. 9	314. 4	
棄却基準値			1/500雨量	411. 6	393. 0	575. 1	462. 9		

1.8.3 時間分布の評価

時間分布の検討では、洪水到達時間相当の短時間雨量にて過度に引き伸ばしがされていないか確認を行った。なお、棄却基準は 1/500 とした。

(1) 対象時間の設定

対象時間の考え方については、鳴瀬川の基準地点三本木については、対象降雨の降雨継続時間である 24 時間の 1/2 である『12 時間』、角屋の式から求められる洪水到達時間の平均値『9 時間』を対象とした。吉田川の基準地点落合については、対象降雨の降雨継続時間である 24 時間の 1/2 である『12 時間』、角屋の式から求められる洪水到達時間の平均値『7 時間』を対象とした。

(2) 棄却基準値の選定

昭和 22 年（1947 年）～平成 22 年（2010 年）の年最大雨量（鳴瀬川基準地点三本木：12 時間雨量および 9 時間雨量、吉田川基準地点落合：12 時間雨量、7 時間雨量）を用いて確率計算を行った結果、確率 1/500 雨量は以下のとおりとなった。なお、対象雨量は、計画対象降雨算定時と同様の方法で確率分布モデルを選定した。

表 1.34 12 時間雨量 1/500 確率評価結果（鳴瀬川基準地点三本木）

確率分布	計算方法	基準地点：三本木			
		SLSC	確率1/500 12時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.024	335.4	37.5	623.600
	グンベル分布 Gumbel	0.047	281.9	30.3	647.700
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.045	311.7	38.0	638.200
	一般化極値分布 Gev	0.032	447.6	83.2	638.300
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）LP3Rs	0.049	—	—	0.000
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）LogP3	0.030	396.0	72.3	638.000
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.033	321.1	48.6	638.800
	石原・高瀬法 Ishioka	—	—	—	—
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.030	336.6	78.6	637.600
	対数正規分布3母数(SladeⅡ) LN3PM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.35 9 時間雨量 1/500 確率評価結果（鳴瀬川基準地点三本木）

確率分布	計算方法	基準地点：三本木			
		SLSC	確率1/500 9時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.032	305.1	33.2	613.300
	グンベル分布 Gumbel	0.048	255.7	26.9	637.800
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.046	289.5	35.7	628.600
	一般化極値分布 Gev	0.037	393.9	67.7	629.400
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）LP3Rs	0.052	280.0	31.2	637.000
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）LogP3	0.034	357.8	61.0	629.000
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.034	280.1	45.1	629.300
	石原・高瀬法 Ishioka	—	—	—	—
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.033	326.1	54.0	628.800
	対数正規分布3母数(SladeⅡ) LN3PM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
SLSC ≤ 0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法					

表 1.36 12 時間雨量 1/500 確率評価結果（吉田川基準地点落合）

確率分布	計算方法	基準地点：落合			
		SLSC	確率1/500 12時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.030	338.4	43.3	624.500
	グンベル分布 Gumbel	0.057	284.5	34.9	648.700
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.033	327.1	36.8	641.200
	一般化極値分布 Gev	0.014	415.2	120.4	642.700
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法） LP3Rs	—	—	—	—
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法） LogP3	0.015	385.1	106.7	642.700
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	0.021	374.7	70.0	643.300
	石原・高瀬法 IshiTaka	—	—	—	—
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.019	337.5	82.3	642.700
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
	SLSC≤0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法				

表 1.37 7 時間雨量 1/500 確率評価結果（吉田川基準地点落合）

確率分布	計算方法	基準地点：落合			
		SLSC	確率1/500 7時間雨量 (mm)	Jackknife 推定誤差 (1/500)	pAIC
極値 分布型	指数分布 Exp	0.043	267.3	37.1	596.300
	グンベル分布 Gumbel	0.069	224.1	29.9	620.300
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.042	258.1	30.0	611.600
	一般化極値分布 Gev	0.022	349.2	109.4	612.900
ガンマ 分布型	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法） LP3Rs	—	—	—	—
	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法） LogP3	0.023	316.6	99.3	613.100
対数正規 分布型	岩井法 Iwai	—	—	—	—
	石原・高瀬法 IshiTaka	—	—	—	—
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.030	339.1	75.6	613.600
	対数正規分布3母数(SIadeⅡ) LN3PM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, L積率法) LN2LM	—	—	—	—
	対数正規分布2母数(SIadeⅠ, 積率法) LN2PM	—	—	—	—
	対数正規分布4母数(SIadeⅣ, 積率法) LN4PM	—	—	—	—
	SLSC≤0.04以下の手法のうち、pAICが最小の手法				

表 1.38 年最大短時間雨量一覧（鳴瀬川基準地点三本木）

No.	西暦	年	基準地点三本木年最大雨量（mm）	
			12時間雨量	9時間雨量
1	1947	S22	215.5	154.2
2	1948	S23	251.3	219.3
3	1949	S24	71.9	70.6
4	1950	S25	162.2	151.2
5	1951	S26	43.0	32.6
6	1952	S27	68.2	59.5
7	1953	S28	71.6	62.4
8	1954	S29	64.9	49.1
9	1955	S30	64.5	59.8
10	1956	S31	69.4	67.8
11	1957	S32	63.7	49.6
12	1958	S33	205.9	197.2
13	1959	S34	128.4	120.3
14	1960	S35	63.3	56.0
15	1961	S36	73.8	59.7
16	1962	S37	58.1	51.8
17	1963	S38	57.4	50.7
18	1964	S39	72.4	60.7
19	1965	S40	49.8	44.2
20	1966	S41	124.1	122.2
21	1967	S42	95.8	78.9
22	1968	S43	74.9	68.5
23	1969	S44	89.0	71.9
24	1970	S45	66.4	48.7
25	1971	S46	81.8	68.7
26	1972	S47	71.4	63.4
27	1973	S48	63.8	56.7
28	1974	S49	109.1	89.9
29	1975	S50	56.0	45.6
30	1976	S51	117.6	104.8
31	1977	S52	84.3	73.0
32	1978	S53	48.5	41.0
33	1979	S54	68.7	52.3
34	1980	S55	65.5	61.0
35	1981	S56	99.2	73.0
36	1982	S57	138.9	133.2
37	1983	S58	100.6	94.3
38	1984	S59	45.9	39.4
39	1985	S60	83.2	72.6
40	1986	S61	167.4	136.2
41	1987	S62	64.2	57.2
42	1988	S63	62.3	49.8
43	1989	H1	178.2	172.0
44	1990	H2	130.6	124.1
45	1991	H3	84.9	68.5
46	1992	H4	51.1	45.8
47	1993	H5	108.7	101.5
48	1994	H6	144.9	126.8
49	1995	H7	45.2	37.8
50	1996	H8	56.1	42.8
51	1997	H9	62.2	61.1
52	1998	H10	154.5	144.9
53	1999	H11	96.9	85.4
54	2000	H12	76.8	66.9
55	2001	H13	73.1	62.6
56	2002	H14	114.7	101.9
57	2003	H15	38.6	31.0
58	2004	H16	77.7	67.0
59	2005	H17	69.6	61.4
60	2006	H18	148.2	131.3
61	2007	H19	72.8	62.0
62	2008	H20	74.5	65.5
63	2009	H21	161.8	151.2
64	2010	H22	69.8	57.9

表 1.39 年最大短時間雨量一覧（吉田川基準地点落合）

No.	西暦	年	基準地点落合年最大雨量（mm）	
			12時間雨量	7時間雨量
1	1947	S22	188.7	120.3
2	1948	S23	301.5	250.9
3	1949	S24	61.6	49.3
4	1950	S25	151.3	115.4
5	1951	S26	51.1	32.7
6	1952	S27	59.6	52.9
7	1953	S28	50.5	38.6
8	1954	S29	82.6	49.8
9	1955	S30	62.8	49.6
10	1956	S31	84.5	71.7
11	1957	S32	60.5	40.6
12	1958	S33	230.9	199.2
13	1959	S34	76.4	60.3
14	1960	S35	81.0	65.8
15	1961	S36	36.2	27.5
16	1962	S37	82.3	68.4
17	1963	S38	80.7	60.6
18	1964	S39	85.2	55.0
19	1965	S40	48.8	36.6
20	1966	S41	144.0	138.0
21	1967	S42	93.6	63.5
22	1968	S43	65.5	55.4
23	1969	S44	69.3	48.0
24	1970	S45	64.1	48.8
25	1971	S46	88.8	65.1
26	1972	S47	55.6	41.5
27	1973	S48	70.8	50.5
28	1974	S49	116.7	85.8
29	1975	S50	90.4	64.2
30	1976	S51	132.2	97.3
31	1977	S52	87.3	57.0
32	1978	S53	45.7	30.9
33	1979	S54	87.8	56.5
34	1980	S55	109.5	71.2
35	1981	S56	78.6	57.6
36	1982	S57	115.1	104.1
37	1983	S58	72.6	57.8
38	1984	S59	41.1	30.9
39	1985	S60	98.9	78.2
40	1986	S61	208.2	126.1
41	1987	S62	65.6	48.4
42	1988	S63	72.9	56.6
43	1989	H1	134.3	113.8
44	1990	H2	120.9	107.8
45	1991	H3	122.3	78.4
46	1992	H4	50.3	40.8
47	1993	H5	93.7	68.0
48	1994	H6	95.7	63.4
49	1995	H7	63.5	56.5
50	1996	H8	64.4	45.4
51	1997	H9	67.7	62.7
52	1998	H10	106.5	93.6
53	1999	H11	107.7	84.9
54	2000	H12	132.4	89.7
55	2001	H13	65.6	52.8
56	2002	H14	142.4	108.8
57	2003	H15	42.7	27.2
58	2004	H16	72.5	52.3
59	2005	H17	60.0	39.0
60	2006	H18	111.5	85.1
61	2007	H19	62.1	46.2
62	2008	H20	97.9	68.2
63	2009	H21	153.3	133.2
64	2010	H22	88.6	60.7

(3) 時間分布の雨量評価

選定した短時間雨量について、拡大後雨量の異常性評価を確認した。

鳴瀬川および吉田川の各時間の拡大後雨量及び 1/500 雨量は表 1.40 及び表 1.41 に示すとおりであり、基準地点三本木、基準地点落合ともに棄却される洪水はなかった。

表 1.40 時間分布の評価結果（鳴瀬川基準地点三本木）

No	洪水名	拡大雨量							棄却判定
		実績雨量 (mm/24hr)	計画規模 (mm/24hr)	引伸し率	実績雨量		引伸し後雨量		
					到達時間 9時間	計画降雨 継続時間の 1/2 12時間	到達時間 9時間	計画降雨 継続時間の 1/2 12時間	
1	S. 22. 09. 15	275. 6	308. 3	1. 119	154. 2	215. 5	172. 9	241. 5	
2	S. 23. 08. 13	221. 7		1. 390	137. 4	162. 4	191. 5	226. 3	
3	S. 23. 09. 16	268. 2		1. 149	219. 3	251. 3	252. 7	289. 5	
4	S. 25. 08. 04	210. 5		1. 465	151. 2	162. 2	221. 9	238. 2	
5	S. 33. 09. 18	216. 7		1. 423	197. 2	205. 9	281. 3	293. 6	
6	S. 33. 09. 27	156. 7		1. 967	100. 1	117. 9	197. 4	232. 6	
7	S. 61. 08. 05	244. 2		1. 263	136. 2	167. 4	172. 5	212. 0	
8	H. 01. 08. 28	192. 8		1. 599	172. 0	178. 1	275. 7	285. 5	
9	H. 06. 09. 30	167. 8		1. 837	126. 8	144. 8	233. 6	266. 8	
10	H. 11. 08. 14	168. 6		1. 829	85. 4	96. 9	139. 8	176. 9	
11	H. 18. 12. 27	163. 9		1. 881	131. 3	148. 2	247. 5	279. 3	
12	H. 23. 09. 22	177. 3		1. 739	111. 7	121. 1	191. 5	206. 5	
13	H. 24. 05. 03	190. 6		1. 617	106. 4	130. 5	172. 5	211. 5	
14	H. 27. 09. 11	248. 4		1. 241	159. 7	186. 3	198. 6	231. 8	
15	R. 01. 10. 13	281. 6		1. 095	234. 0	245. 3	256. 7	269. 2	
棄却基準値				1/500雨量			305. 1	335. 4	

表 1.41 時間分布の評価結果（吉田川基準地点落合）

No	洪水名	拡大後雨量							
		実績雨量 (mm/24hr)	計画規模 (mm/24hr)	引伸し率	実績雨量		引き伸ばし後雨量		棄却判定
					到達時間 7時間	計画降雨 継続時間の 1/2 12時間	到達時間 7時間	計画降雨 継続時間の 1/2 12時間	
1	S. 22. 09. 15	245. 4	308. 4	1. 257	120. 3	188. 7	150. 5	237. 6	
2	S. 23. 08. 13	211. 5		1. 458	110. 4	156. 3	161. 4	228. 4	
3	S. 23. 09. 16	333. 8		1. 000	250. 9	301. 5	250. 9	301. 5	
4	S. 25. 08. 04	201. 0		1. 534	115. 4	151. 3	177. 4	232. 6	
5	S. 33. 09. 18	245. 2		1. 258	199. 2	230. 9	251. 0	291. 0	
6	S. 33. 09. 27	182. 4		1. 690	101. 2	142. 8	171. 5	241. 9	
8	H. 14. 07. 11	189. 5		1. 627	108. 8	142. 4	177. 3	230. 6	
9	H. 21. 10. 08	176. 4		1. 748	133. 2	153. 3	233. 4	268. 5	
10	H. 23. 09. 22	203. 4		1. 516	110. 8	127. 4	168. 3	191. 1	
11	H. 24. 05. 03	234. 8		1. 313	119. 4	165. 1	157. 1	217. 3	
12	H. 27. 09. 11	300. 6		1. 026	207. 7	240. 3	213. 5	247. 0	
13	R. 01. 10. 13	310. 0		1. 000	229. 5	274. 7	229. 5	274. 7	
棄却基準値				1/500雨量			349. 2	338. 4	

1.9 主要洪水における降雨量（気候変動考慮）の引き伸ばしと流出計算

主要洪水を対象に、1/100 確率規模に 1.1 倍した降雨量となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行うと基準地点三本木において $2,106 \sim 4,744 \text{ m}^3/\text{s}$ （表 1.42、図 1.40）、基準地点落合において $1,247 \sim 2,491 \text{ m}^3/\text{s}$ （表 1.43、図 1.41）となる。

表 1.42 主要洪水における流出計算結果（鳴瀬川基準地点三本木）

No.	洪水	基準地点三本木上流域			三本木	棄却	
		実績雨量 (mm/24h)	計画規模の 降雨量×1.1 (mm/24h)	拡大率	基本高水の ピーク流量 (m³/s)	地域 分布	時間 分布
1	S.22.09.15	275.6	339.2	1.231	4,533		
2	S.23.08.13	221.7	339.2	1.530	2,581		
3	S.23.09.16	268.2	339.2	1.265	3,449	棄却	
4	S.25.08.04	210.5	339.2	1.611	4,744		
5	S.33.09.18	216.7	339.2	1.565	4,381		
6	S.33.09.27	156.7	339.2	2.164	3,362		
7	S.61.08.05	244.2	339.2	1.389	2,615		
8	H.01.08.28	192.8	339.2	1.760	4,186		
9	H.06.09.30	167.8	339.2	2.022	4,045		
10	H.11.08.14	168.6	339.2	2.012	2,106		
11	H.18.12.27	163.9	339.2	2.069	4,517		
12	H.23.09.22	177.3	339.2	1.913	4,555	棄却	
13	H.24.05.03	190.6	339.2	1.779	2,235		
14	H.27.09.11	248.4	339.2	1.366	4,111		
15	R.01.10.13	281.6	339.2	1.205	4,389		

※グレー着色：短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばしとなっている洪水

表 1.43 主要洪水における流出計算結果（吉田川基準地点落合）

No.	洪水	基準地点落合上流域			落合 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
		実績雨量 (mm/24h)	計画規模の 降雨量×1.1 (mm/24h)	拡大率		地域 分布	時間 分布
1	S.22.09.15	245.4	339.3	1.382	2,350		
2	S.23.08.13	211.5	339.3	1.604	1,577		
3	S.23.09.16	333.8	339.3	1.017	2,491		
4	S.25.08.04	201.0	339.3	1.688	2,169		
5	S.33.09.18	245.2	339.3	1.384	2,152		
6	S.33.09.27	182.4	339.3	1.860	1,419		
7	S.61.08.05	275.4	339.3	1.232	1,247		
8	H.14.07.11	189.5	339.3	1.790	2,093		
9	H.21.10.08	176.4	339.3	1.923	2,320		
10	H.23.09.22	203.4	339.3	1.668	2,043		
11	H.24.05.03	234.8	339.3	1.445	1,363		
12	H.27.09.11	300.6	339.3	1.129	2,120		
13	R.01.10.13	310.0	339.3	1.095	2,218		

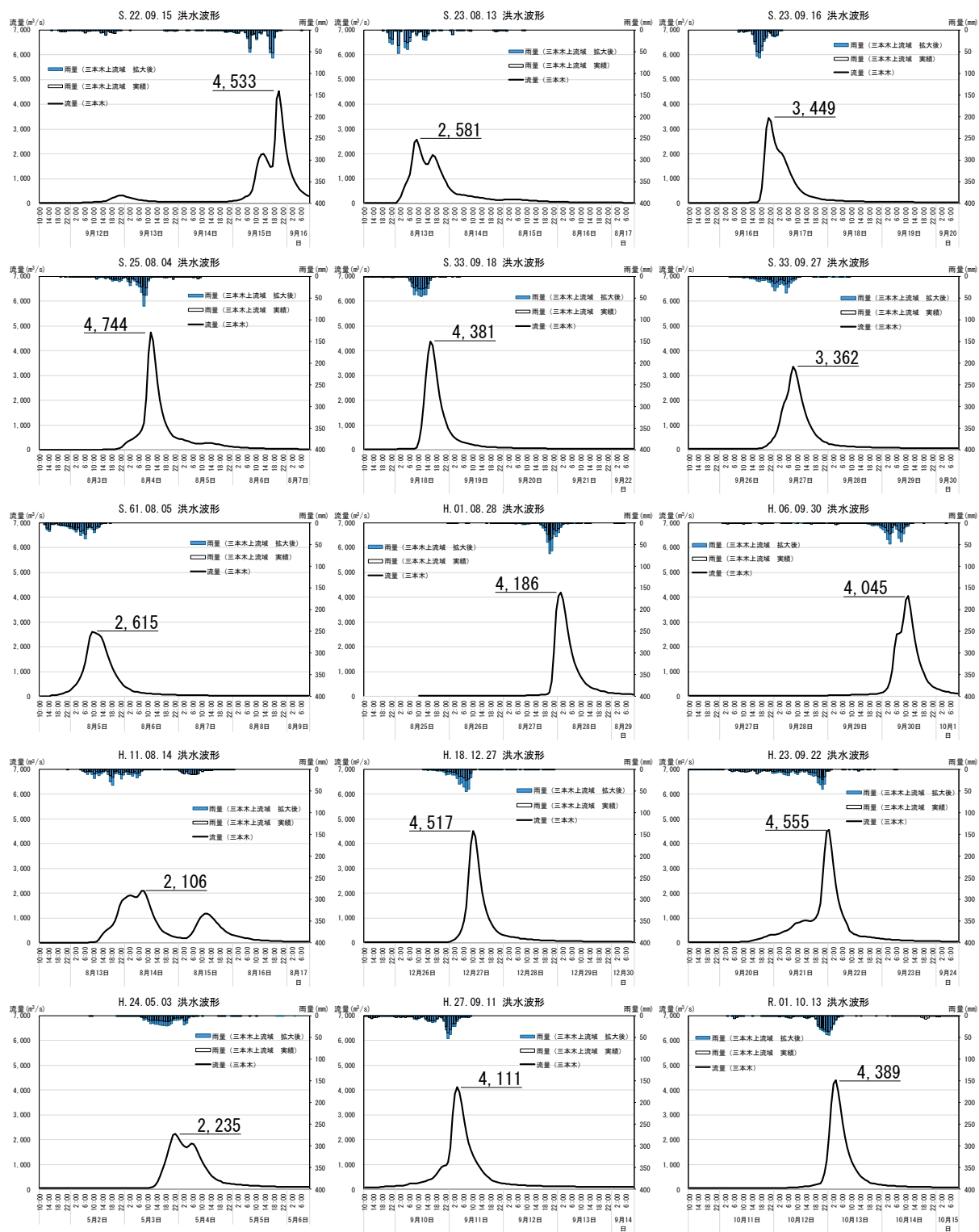


図 1.40 基本高水ハイドログラフ (基準地点三本木)

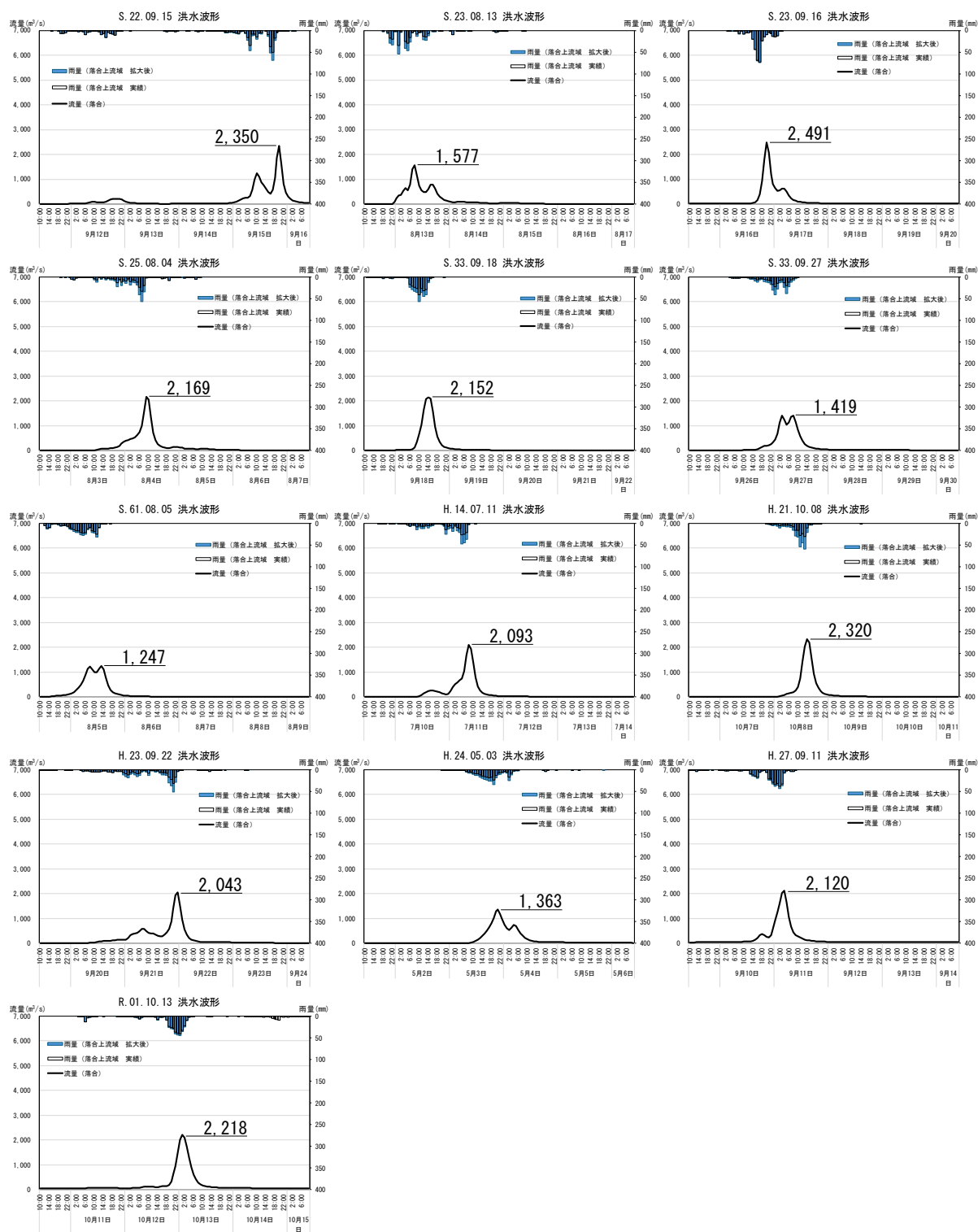


図 1.41 基本高水ハイドログラフ (基準地点落合)

1.10 アンサンブル予測降雨波形による検討

1.10.1 アンサンブル予測降雨波形の抽出方法

d2PDF（将来実験：30 年×6SST×2 摂動、過去実験：30 年×12 摂動）の年最大雨量標本（360 年×2 実験）を抽出し、流出解析を行った。著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍 20%の洪水（基準地点三本木：20 洪水、基準地点落合 20 洪水）を抽出した。

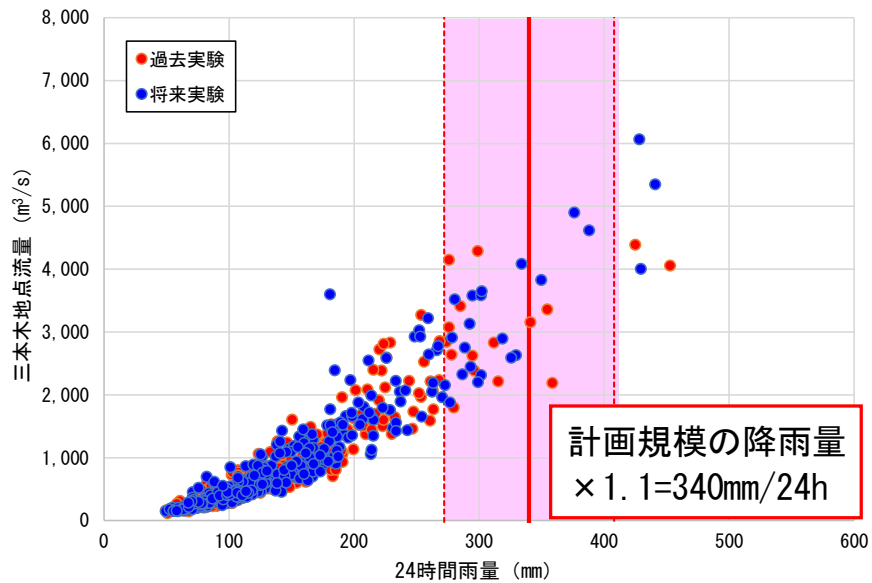


図 1.42 アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点三本木）

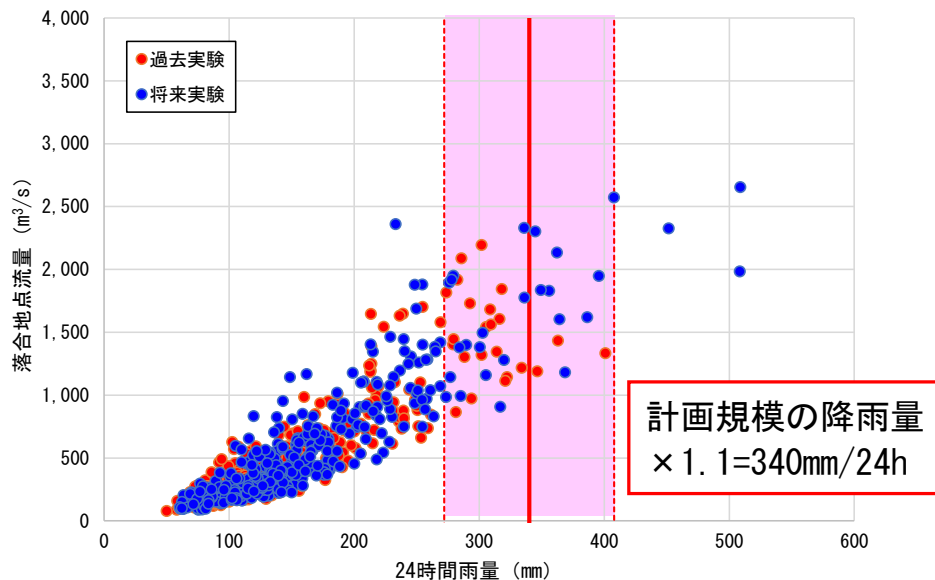


図 1.43 アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点落合）

1.10.2 抽出した予測降雨波形による降雨量調整後の流量

抽出されたアンサンブル予測降雨波形の降雨量を気候変動後の 1/100 規模雨量（基準地点三本木 340mm/24h、基準地点落合 340mm/24h）になるように押し縮め、引き伸ばしの調整を行う。調整したアンサンブル予測降雨波形を用いて、流出解析により基準地点三本木および基準地点落合のピーク流量を算定する。

これにより 1/100 規模の基準地点三本木の流量は約 2,000m³/s～約 5,100m³/s、基準地点落合の流量は、1,100m³/s～3,300m³/s と推定される。

表 1.44 アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点三本木）

	No	洪水名	24 時間雨量 (mm/24h)	気候変動後 1/100 雨量 (mm/24h)	拡大率	最大流量 (m ³ /s)	対象降雨 (340mm/24h) からの差分
将来 実験	1	HFB_2K_CC_m105	294.6	340	1.154	4,185	±20%
	2	HFB_2K_GF_m101	329.5	340	1.032	2,759	±10%
	3	HFB_2K_GF_m101	376.2	340	0.904	4,168	±20%
	4	HFB_2K_GF_m105	301.4	340	1.128	4,149	±10%
	5	HFB_2K_GF_m105	301.5	340	1.128	2,842	±20%
	6	HFB_2K_HA_m101	318.7	340	1.067	3,238	±10%
	7	HFB_2K_HA_m101	333.9	340	1.018	4,176	±10%
	8	HFB_2K_HA_m105	349.8	340	0.972	3,669	±10%
	9	HFB_2K_MI_m101	302.1	340	1.125	4,399	±20%
	10	HFB_2K_MI_m105	325.7	340	1.044	2,771	±10%
	11	HFB_2K_MP_m105	293.1	340	1.160	3,109	±20%
	12	HFB_2K_MR_m101	299.0	340	1.137	2,709	±20%
過去 実験	13	HPB_m001	358.5	340	0.948	min 1,999	±10%
	14	HPB_m001	354.6	340	0.959	3,134	±10%
	15	HPB_m003	311.7	340	1.091	3,188	±10%
	16	HPB_m006	341.1	340	0.997	3,114	±10%
	17	HPB_m006	298.9	340	1.138	max 5,018	±20%
	18	HPB_m007	294.7	340	1.154	3,292	±20%
	19	HPB_m009	315.3	340	1.078	2,401	±10%
	20	HPB_m010	296.0	340	1.149	2,952	±20%

表 1.45 アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点落合）

	No	洪水名	24 時間雨量 (mm/24h)	気候変動後 1/100 雨量 (mm/24h)	拡大率	最大流量 (m ³ /s)	対象降雨 (340mm/24h) からの差分
将来実験	1	HFB_2K_CC_m101	316.8	340	1.073	min 1,032	±10%
	2	HFB_2K_GF_m101	364.2	340	0.934	1,507	±10%
	3	HFB_2K_GF_m101	279.0	340	1.219	max 3,207	±20%
	4	HFB_2K_GF_m101	362.1	340	0.939	1,984	±10%
	5	HFB_2K_GF_m105	355.9	340	0.955	1,711	±10%
	6	HFB_2K_MI_m101	349.2	340	0.974	1,750	±10%
	7	HFB_2K_MP_m101	344.7	340	0.986	2,282	±10%
	8	HFB_2K_MP_m105	319.7	340	1.063	1,397	±10%
	9	HFB_2K_MR_m101	368.6	340	0.922	1,054	±10%
	10	HFB_2K_MR_m101	335.9	340	1.012	2,365	±10%
	11	HFB_2K_MR_m105	336.1	340	1.012	1,998	±10%
過去実験	12	HPB_m001	313.9	340	1.083	1,465	±10%
	13	HPB_m002	316.2	340	1.075	1,756	±10%
	14	HPB_m005	322.1	340	1.056	1,187	±10%
	15	HPB_m005	318.0	340	1.069	1,989	±10%
	16	HPB_m009	346.4	340	0.982	1,163	±10%
	17	HPB_m009	320.9	340	1.060	1,184	±10%
	18	HPB_m009	333.9	340	1.018	1,274	±10%
	19	HPB_m010	363.0	340	0.937	1,373	±10%
	20	HPB_m022	308.8	340	1.101	1,854	±10%

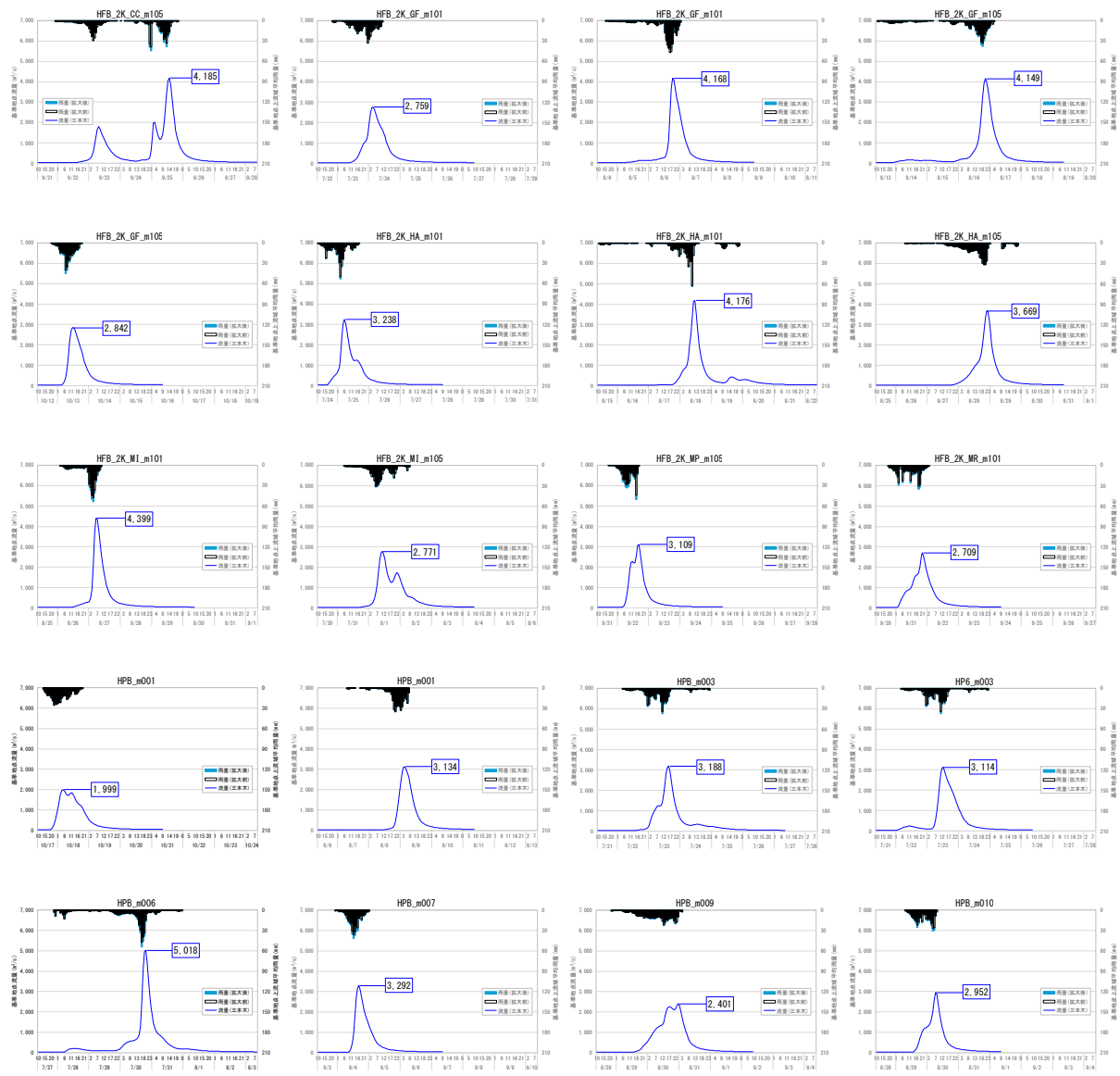


図 1.44 アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ（基準地点三本木）

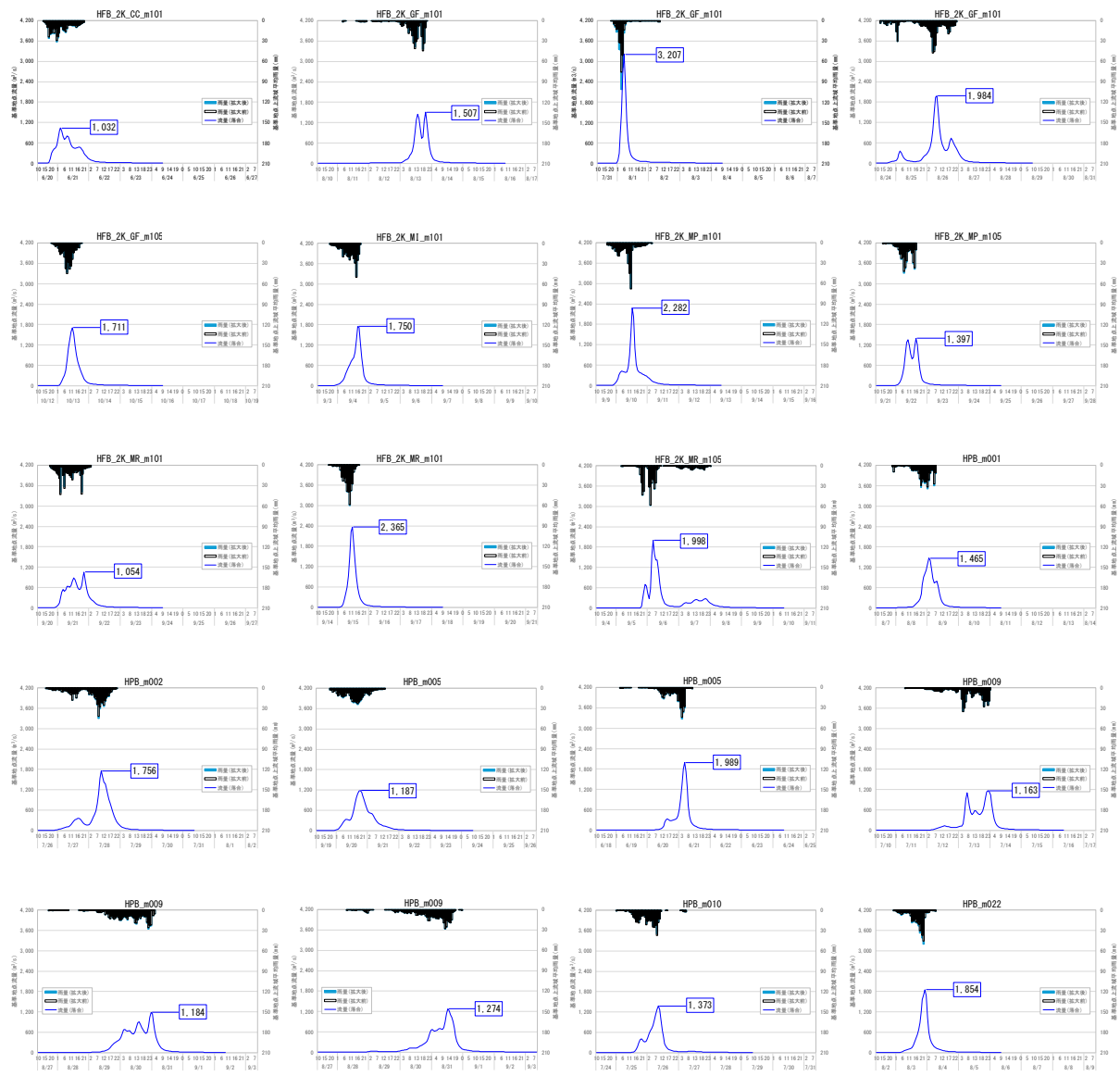


図 1.45 アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ（基準地点落合）

1.10.3 棄却された実績引き伸ばし降雨における発生の可能性検討

気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形の発生が十分予想される場合がある。そのため、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形を、当該水系におけるアンサンブル予測降雨波形による降雨パターンと照らし合わせる等により再検証を実施する。

その結果、基準地点三本木では棄却した 2 洪水のうち、アンサンブル予測降雨から推定される時間分布、地域分布の雨量比（基準地点上流域雨量と小流域雨量の比率）以内に収まる洪水として、2 洪水を棄却とせず、参考波形として活用する。

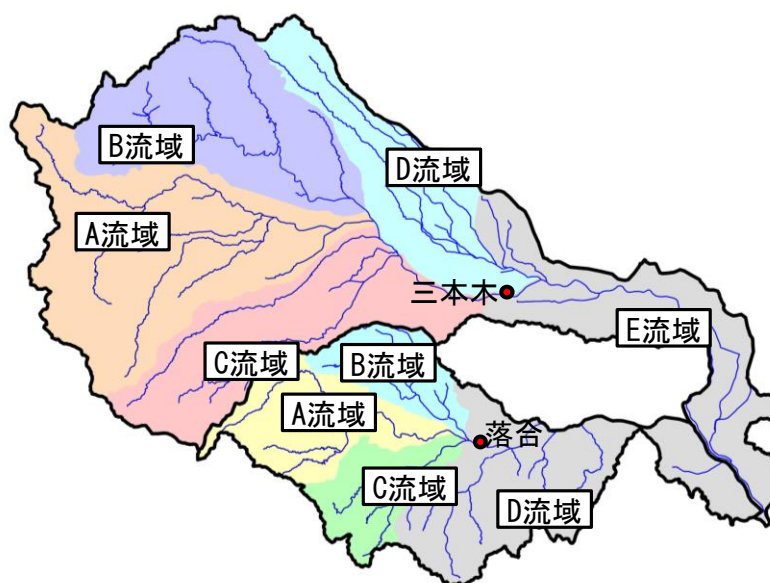


図 1.46 地域分布のチェック

(1) 地域分布のチェック

d2PDF（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（20 洪水）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、継続時間内の小流域の流域平均雨量／基準地点上流域平均雨量を求める（各小流域の基準地点上流域全体に対する雨量の比率）。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を超過するか確認する。

棄却した 2 洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回り、生起し得ることを確認した。

(2) 時間分布のチェック

d2PDF（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（20 洪水）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、短時間（対象降雨継続時間の 1/2 の時間）の流域平均雨量／継続時間内の流域平均雨量を求める（短時間雨量と継続時間雨量との比率）。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を超過するか確認する。

棄却した 2 洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回り、生起し得ることを確認した。

吉田川では、地域分布、空間分布どちらの評価においても棄却された洪水は存在しないため、棄却された実績引き伸ばし降雨波形における発生の可能性検討の必要はない。

表 1.46 アンサンブル将来予測降雨波形と棄却した引伸ばし降雨波形との比較（鳴瀬川基準地点三本木）

洪水		三本木地点 平均			鳴瀬川上流 (243.56km ²)			田川 (153.40km ²)		花川他 (153.84km ²)		多田川 (119.6km ²)		三本木～鹿島台 (105.3km ²)	
項目	d2PDF アンサンブル	予測雨量 (mm/24hr)	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	予測雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	
将来 実験	CC_m105	294.6	285.2	0.97	288.4	0.98	315.5	1.07	231.2	0.78	194.8	0.66			
	GF_m101 ①	329.5	343.3	1.04	275.4	0.84	361.5	1.10	186.1	0.56	133.4	0.40			
	GF_m101 ②	376.2	357.1	0.95	230.8	0.61	551.4	1.47	353.1	0.94	316.8	0.84			
	GF_m105 ①	301.4	363.2	1.20	175.5	0.58	329.2	1.09	126.1	0.42	99.2	0.33			
	GF_m105 ②	301.5	285.3	0.95	289.2	0.96	339.4	1.13	262.0	0.87	206.3	0.68			
	HA_m101 ①	318.7	315.9	0.99	301.5	0.95	340.1	1.07	233.6	0.73	187.3	0.59			
	HA_m101 ②	333.9	331.3	0.99	309.0	0.93	362.9	1.09	222.0	0.66	131.2	0.39			
	HA_m105	349.8	351.5	1.01	285.1	0.82	411.4	1.18	261.0	0.75	199.3	0.57			
	MI_m101	302.1	322.1	1.07	250.2	0.83	322.2	1.07	215.5	0.71	301.0	1.00			
	MI_m105	325.7	351.4	1.08	252.5	0.78	357.9	1.10	135.1	0.41	117.8	0.36			
	MP_m105	293.1	276.2	0.94	257.7	0.88	355.3	1.21	231.7	0.79	208.7	0.71			
	MR_m101	299.0	274.1	0.92	277.2	0.93	360.3	1.20	315.7	1.06	451.6	1.51			
	MI_m105	215.3	207.2	0.96	275.9	1.28	167.8	0.78	270.6	1.26	279.7	1.30			
GF_m101	262.3	204.8	0.78	307.7	1.17	308.1	1.17	356.9	1.36	227.6	0.87				

各小流域の比率の最大値

予測降雨波形		鳴瀬川上流			田川		花川他		多田川		三本木～鹿島台	
最大		1.20			1.28		1.47		1.36		1.51	

各短時間の比率の最大値

予測降雨波形		三本木上流平均			田川		花川他		多田川		三本木～鹿島台	
最大		0.88										

棄却された
実績洪水

三本木上流平均 (243.56km ²)				田川 (153.40km ²)		花川他 (153.84km ²)		多田川 (119.6km ²)		三本木～鹿島台 (105.3km ²)			
実績雨量 (mm/24hr)	計画雨量 (mm/24hr)	拡大率	拡大後雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	拡大後雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	拡大後雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	拡大後雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	拡大後雨量 (mm/24hr)	三本木雨量に 対する比率	
S. 23. 09. 16	268.2	340	1.268	277.1	0.81	271.1	0.80	325.3	0.96	292.4	0.86	221.6	0.65
H. 23. 09. 22	177.3	340	1.918	294.4	0.87	236.8	0.70	332.5	0.98	248.1	0.73	342.2	1.01

棄却された

三本木上流平均					
実績洪水	実績雨量 (mm/24hr)	①計画雨量 (mm/24hr)	拡大率	②拡大後雨量 (mm/12hr)	比率 ②/①
S. 23. 09. 16	268.2	340	1.268	270.7	0.80
H. 23. 09. 22	177.3	340	1.918	193.1	0.57

☒ : アンサンブル降雨波形と比較しても生じ難いと判断

☐ : 棄却せず、参考波形として活用

1.10.4 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を含んでいる必要がある。

これまでは、実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認する必要がある。

このため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて降雨寄与率の分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないパターンの確認を実施した。

(1) 鳴瀬川

鳴瀬川の主要洪水は、クラスター2（花川多雨型）、3（上流多雨型）、4（西南多雨型）、5（基準地点上流多雨型）と評価されたため、計画対象降雨の降雨量 340mm/24h に近い洪水のアンサンブル予測から、主要洪水に含まれないクラスター1（東北多雨型）に該当する降雨波形の1洪水を抽出した。

抽出した洪水の降雨波形を気候変動考慮した 1/100 確率規模の降雨量まで引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

表 1.47 寄与率分析とピーク流量一覧（鳴瀬川基準地点三本木）

洪水年月日	基準地点三本木上流域		拡大率	基本高水の ピーク流量 (m^3/s)	クラスター 番号
	実績雨量 ($\text{mm}/24\text{h}$)	計画雨量 ($\text{mm}/24\text{h}$)			
対象降雨波形群					
S. 22. 09. 15	275. 6	340	1. 231	4, 600	3
S. 23. 08. 13	221. 6	340	1. 531	2, 600	3
S. 23. 09. 16	268. 2	340	1. 265	3, 500	3
S. 25. 08. 04	210. 5	340	1. 612	4, 800	3
S. 33. 09. 18	216. 7	340	1. 566	4, 400	3
S. 33. 09. 27	156. 8	340	2. 164	3, 400	3
S. 61. 08. 05	243. 8	340	1. 392	2, 700	3
H. 01. 08. 28	193. 0	340	1. 758	4, 300	5
H. 06. 09. 30	167. 7	340	2. 023	4, 100	5
H. 11. 08. 14	168. 7	340	2. 012	2, 200	5
H. 18. 12. 27	163. 9	340	2. 070	4, 600	5
H. 23. 09. 22	177. 3	340	1. 914	4, 600	4
H. 24. 05. 03	190. 6	340	1. 780	2, 300	2
H. 27. 09. 11	248. 4	340	1. 366	4, 200	3
R. 01. 10. 13	281. 6	340	1. 205	4, 500	3
降雨寄与率の分析により対象降雨波形群に不足する降雨波形					
MI_m105	215. 3	340	1. 575	3, 200	1

■ : 棄却洪水

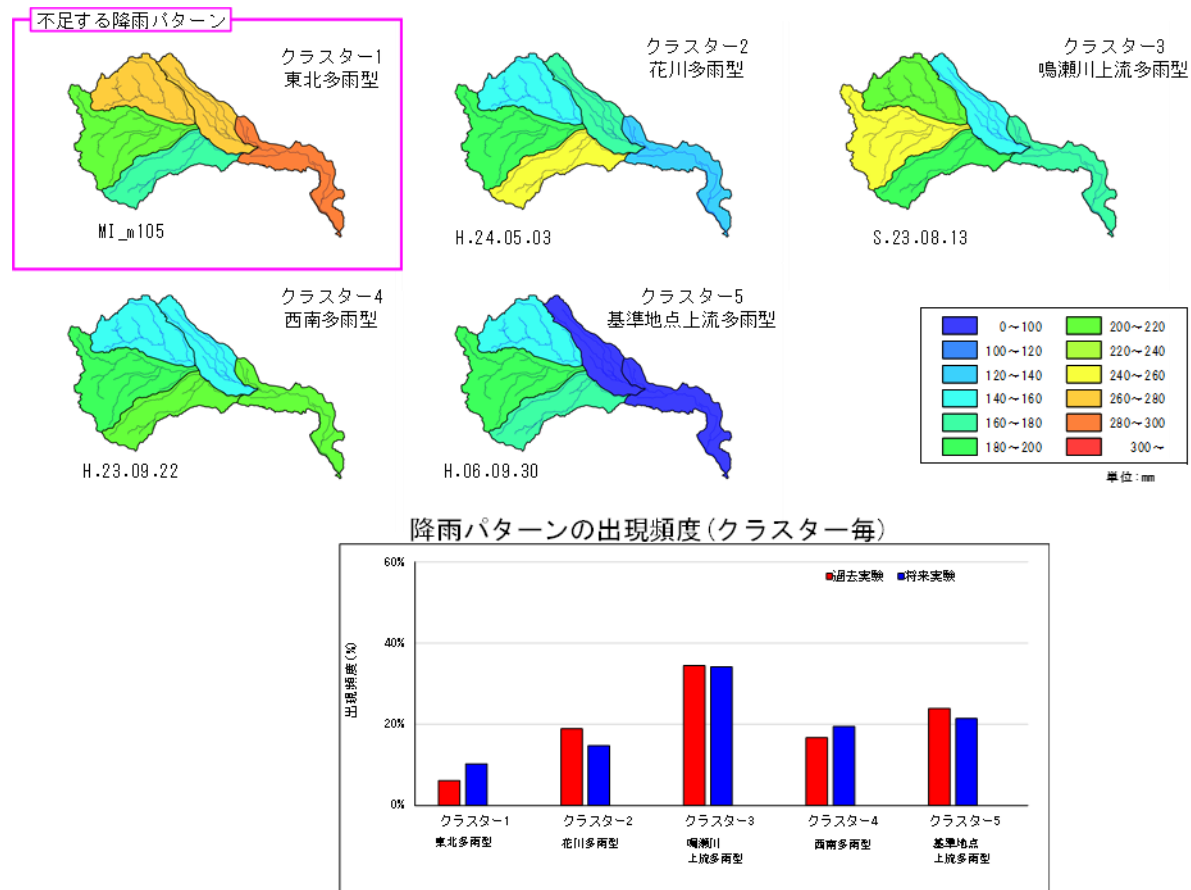


図 1.47 降雨パターンの分析結果および出現頻度（鳴瀬川）

(2) 吉田川

吉田川の主要洪水は、クラスター1（均一降雨型）、2（基準地点上流多雨型）、3（落合下流多雨型）、4（吉田川上流多雨型）と評価され、対象降雨波形群に不足する降雨波形はないことを確認した。

表 1.48 寄与率分析とピーク流量一覧（吉田川基準地点落合）

洪水年月日	基準地点落合上流域		拡大率	基本高水の ピーク流量 (m^3/s)	クラスター 番号
	実績雨量 ($\text{mm}/24\text{h}$)	計画雨量 ($\text{mm}/24\text{h}$)			
対象降雨波形群					
S. 22. 09. 15	245. 4	340	1. 383	2, 400	2
S. 23. 08. 13	211. 5	340	1. 605	1, 600	1
S. 23. 09. 16	333. 8	340	1. 016	2, 500	1
S. 25. 08. 04	201. 0	340	1. 688	2, 200	1
S. 33. 09. 18	245. 2	340	1. 384	2, 200	1
S. 33. 09. 27	182. 4	340	1. 860	1, 500	1
S. 61. 08. 05	275. 6	340	1. 231	1, 300	3
H. 01. 08. 28	148. 3	340	2. 288	2, 400	4
H. 14. 07. 11	189. 6	340	1. 790	2, 100	3
H. 21. 10. 08	176. 4	340	1. 923	2, 400	2
H. 23. 09. 22	203. 4	340	1. 668	2, 100	3
H. 24. 05. 03	234. 8	340	1. 445	1, 400	2
H. 27. 09. 11	300. 6	340	1. 129	2, 200	2
R. 01. 10. 13	310. 0	340	1. 095	2, 300	3

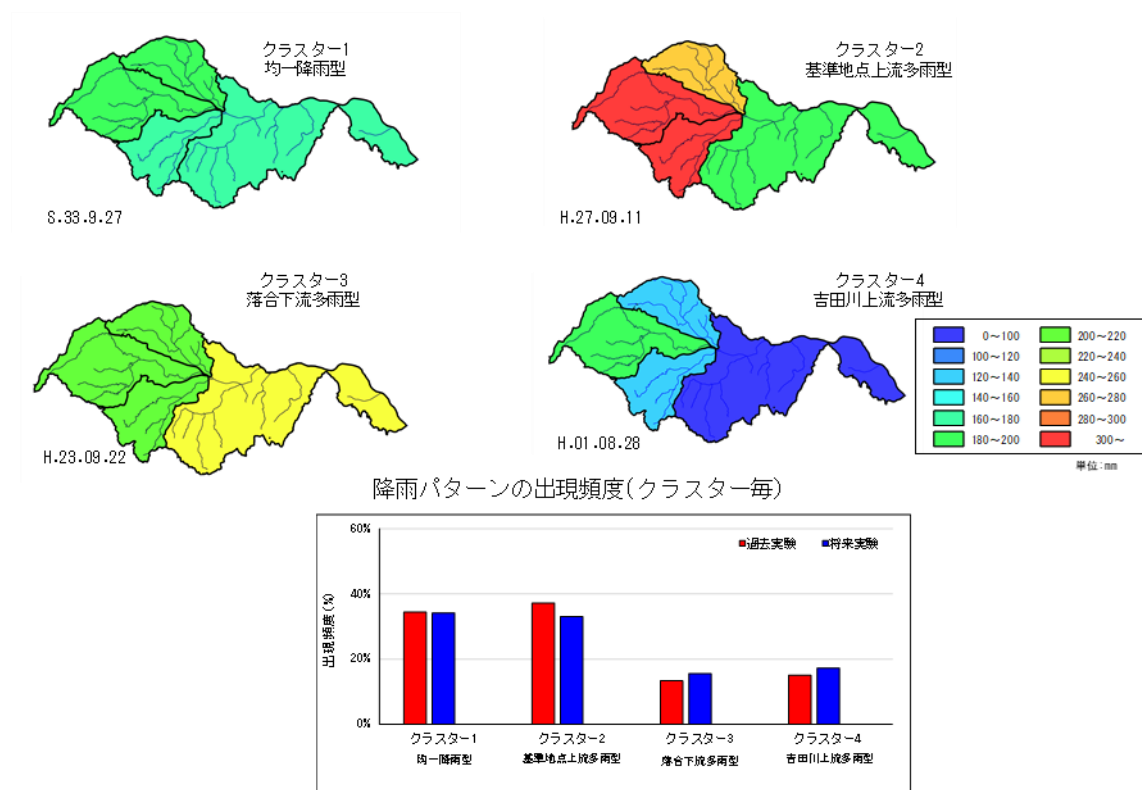


図 1.48 降雨パターンの分析結果および出現頻度（吉田川）

1.11 既往洪水からの検討

<基準地点三本木>

鳴瀬川の三本木地点の戦後最大洪水となる昭和 22 年（1947 年）9 月洪水のダム・氾濫戻し流量は、 $3,361\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

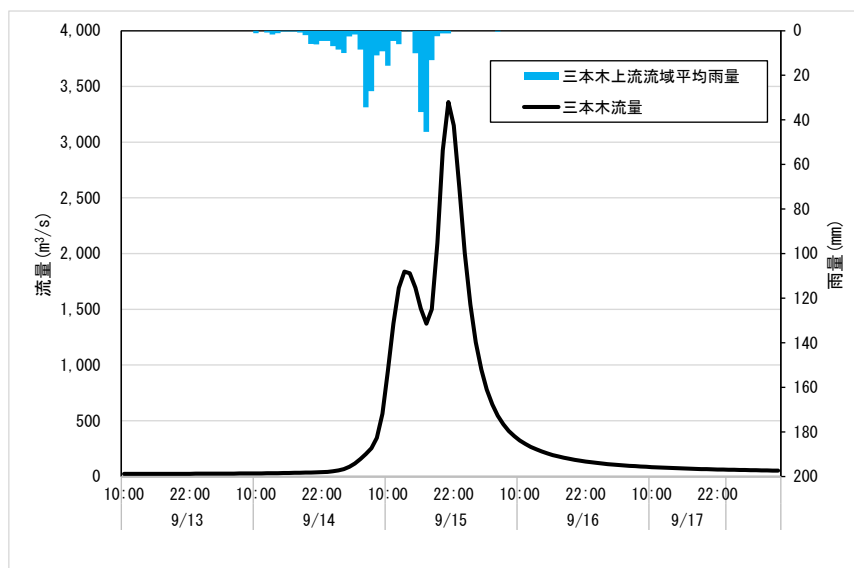


図 1.49 昭和 22 年 9 月洪水の氾濫戻し流量

<基準地点落合>

吉田川の落合地点の戦後最大洪水となる昭和 23 年（1948 年）9 月洪水のダム・氾濫戻し流量は、 $2,283\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

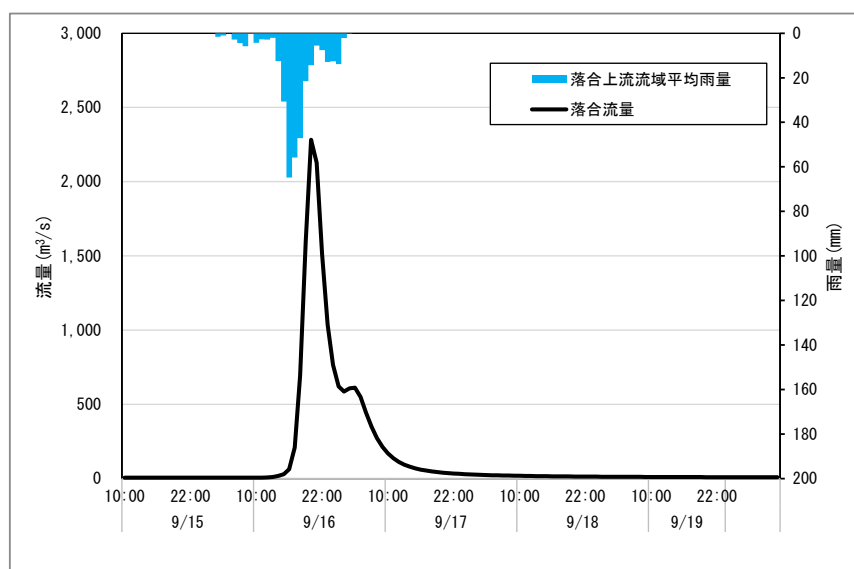
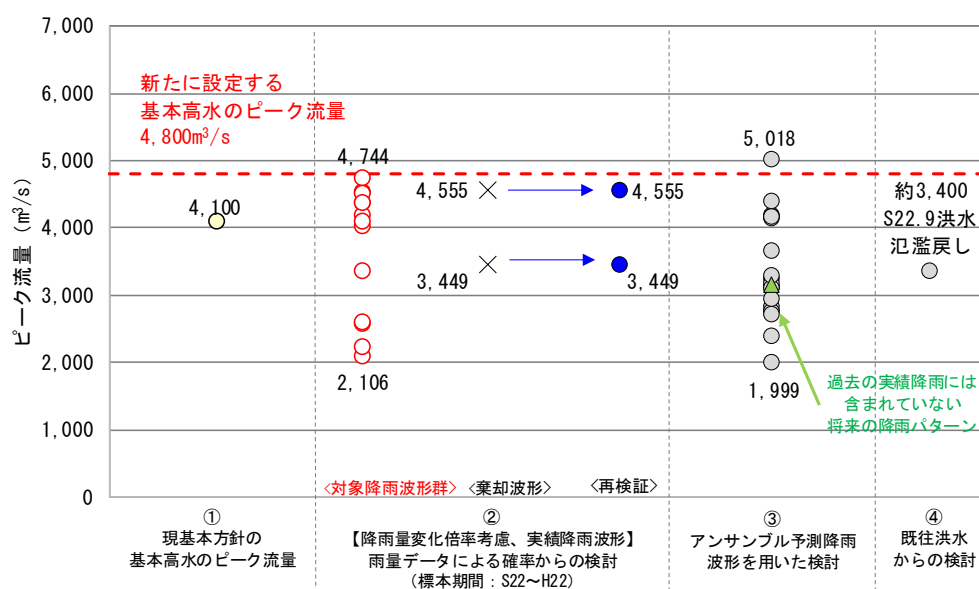


図 1.50 昭和 23 年 9 月洪水の氾濫戻し流量

1.12 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定

今後想定される気候変動の影響による水災害リスクの増大を考慮し、気候変動シナリオ RCP2.6（2℃上昇相当）を想定した将来の降雨量の変化倍率 1.1 倍を考慮して、以下のように様々な手法による検討結果を総合的に判断した結果、雨量データによる確率からの検討により算出された流量のうち、短時間あるいは地域分布において著しい引伸ばしとなっている洪水を除き、最大となる流量を基本高水のピーク流量として決定した。

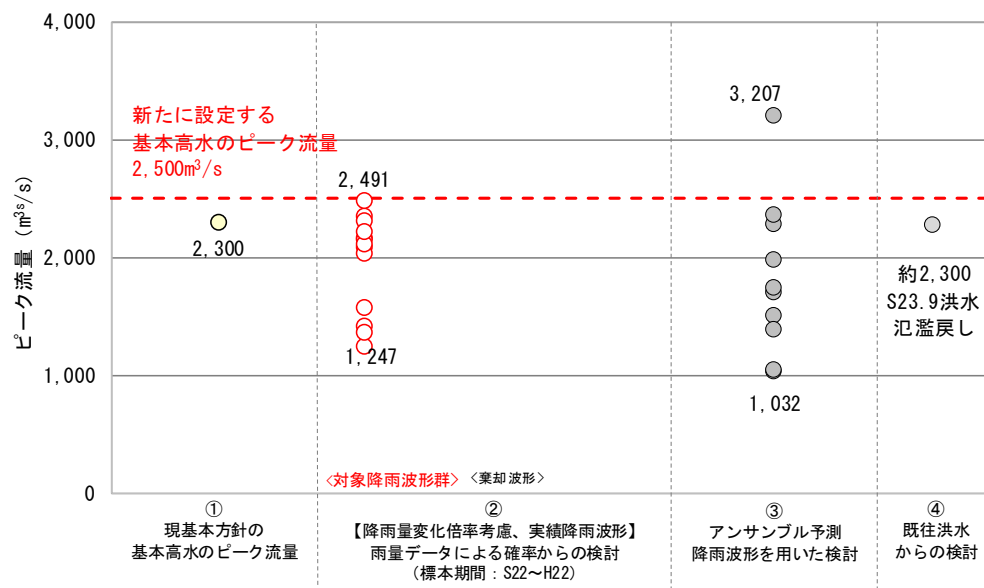
この結果、鳴瀬川水系における基本高水のピーク流量は、鳴瀬川基準地点三本木で $4,800\text{m}^3/\text{s}$ 、吉田川基準地点落合で $2,500\text{m}^3/\text{s}$ と設定する。



【凡例】

- ②雨量データによる確率からの検討: 降雨量変化倍率 (2℃上昇時の降雨量変化倍率 1.1 倍) を考慮した検討
 - ×: 短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている降雨
 - : 棄却された洪水 (×) のうち、アンサンブル予測降雨波形 (過去実験、将来実験) の時空間分布から見て生起し難いとは言えないと判断された洪水
- ③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討: 計画対象降雨の降雨量 (340mm/24h) 近傍の洪水を抽出
 - : 気候変動予測モデルによる将来気候 (2℃上昇) のアンサンブル降雨波形
 - ▲: 過去の実績降雨 (主要洪水波形) には含まれていない将来増加する降雨パターン (三本木地点では、対象降雨量近傍のクラスター1に該当する1洪水を抽出)
- ④既往洪水からの検討: 昭和22年9月洪水の氾濫戻し流量

図 1.51 基本高水の設定に係る総合判断図 (鳴瀬川基準地点三本木)



【凡例】

- ②雨量データによる確率からの検討：降雨量変化倍率（2℃上昇時の降雨量変化倍率 1.1 倍）を考慮した検討
- ③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討：計画対象降雨の降雨量（340mm/24h）近傍の洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる将来気候（2℃上昇）のアンサンブル降雨波形
- ④既往洪水からの検討：昭和 23 年 9 月洪水の氾濫戻し流量

図 1.52 基本高水の設定に係る総合判断図（吉田川基準地点落合）

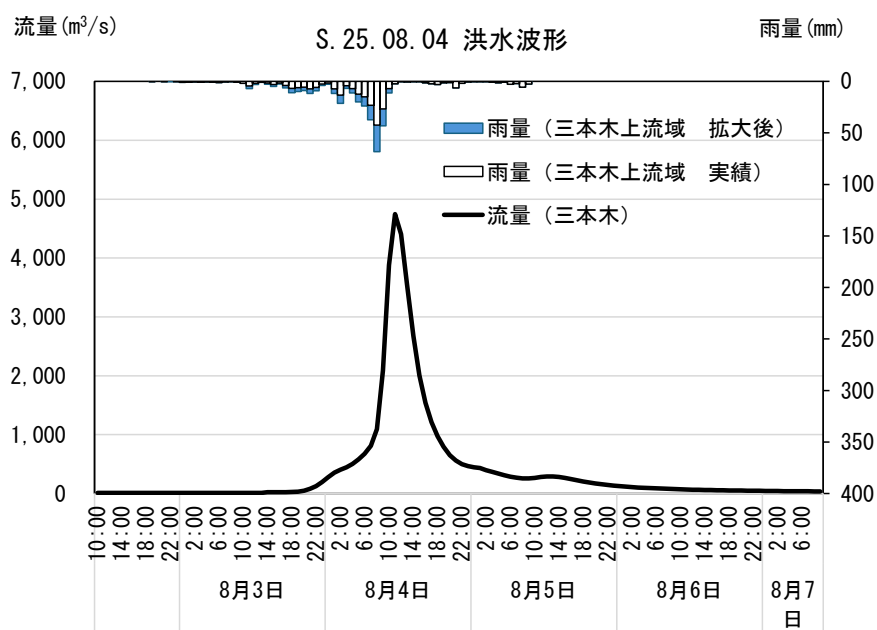


図 1.53 基本高水のハイドログラフ (昭和 25 年 (1950 年) 8 月洪水 : 基準地点三本木)

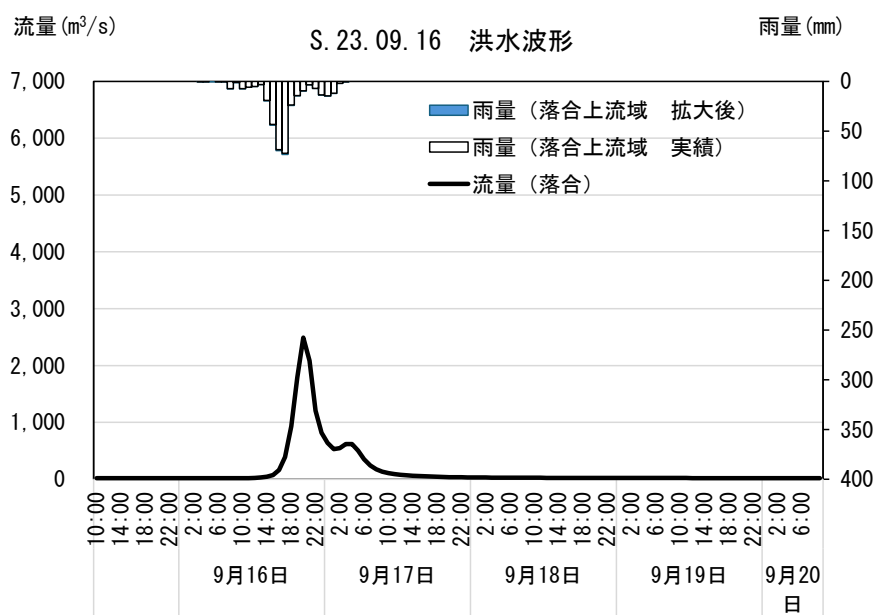


図 1.54 基本高水のハイドログラフ (昭和 23 年 (1948 年) 9 月洪水 : 基準地点落合)

2. 高水処理計画

平成 18 年（2006 年）に策定した既定計画における洪水処理計画は、鳴瀬川基準地点三本木、吉田川基準地点落合における基本高水のピーク流量 $4,100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ に対し、鳴瀬川においては、洪水調節施設により $800\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。吉田川においては、洪水調節施設により $700\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $1,600\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

今回、気候変動による降雨量への影響を踏まえ、新たに鳴瀬川基準地点三本木、吉田川基準地点落合における基本高水のピーク流量を見直した結果、既定計画の $4,100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ を $4,800\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ にそれぞれ変更する計画とした。

なお、河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる降雨波形は、計画規模の降雨量まで実績降雨を引き伸ばすことにより得られた対象降雨波形群を用いた。

外力の増大に対応した河道計画を検討するにあたり、流下能力が不足する区間において、堤防の嵩上げや引堤等が現状の地域に与える社会的影響、河道掘削量の増加による河川環境の負荷等を考慮した上で、河道断面の拡幅の検討を行い、三本木、落合において、 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,700\text{m}^3/\text{s}$ の流下断面の確保が可能であることを確認した。

このため、高水処理計画は、鳴瀬川基準地点三本木、吉田川基準地点落合における河道への配分流量を $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,700\text{m}^3/\text{s}$ とし、既存ダムの事前放流により確保可能な容量を活用した洪水調節を見込んだ上で、新たな洪水調節機能の確保により対応することとした。

なお、既存ダムの事前放流については、降雨予測の不確実性など課題はあるが、事前放流により治水のための容量が確保されることを仮定して、過去の洪水パターンを用いて基準地点におけるピーク流量を試算した結果、洪水パターンによっては低減効果があることを確認している。河道への配分流量については、降雨予測技術向上による確実な容量確保、確保された容量を効率的に活用する操作ルールの変更等により洪水調節機能を強化できる可能性を踏まえ、これらの洪水調節効果を見込むこととする。

また、新たな洪水調節機能の確保については、その配置の可能性を概略検討し、可能性があるとの結果が得られているが、流域の地形や土地利用状況、流域治水の視点等も踏まえ、基準地点のみならず流域全体の治水安全度向上のため、具体的な施設配置等を今後検討していく。

3. 計画高水流量

計画高水流量は、基準地点三本木において $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点落合において $1,700\text{m}^3/\text{s}$ とする。

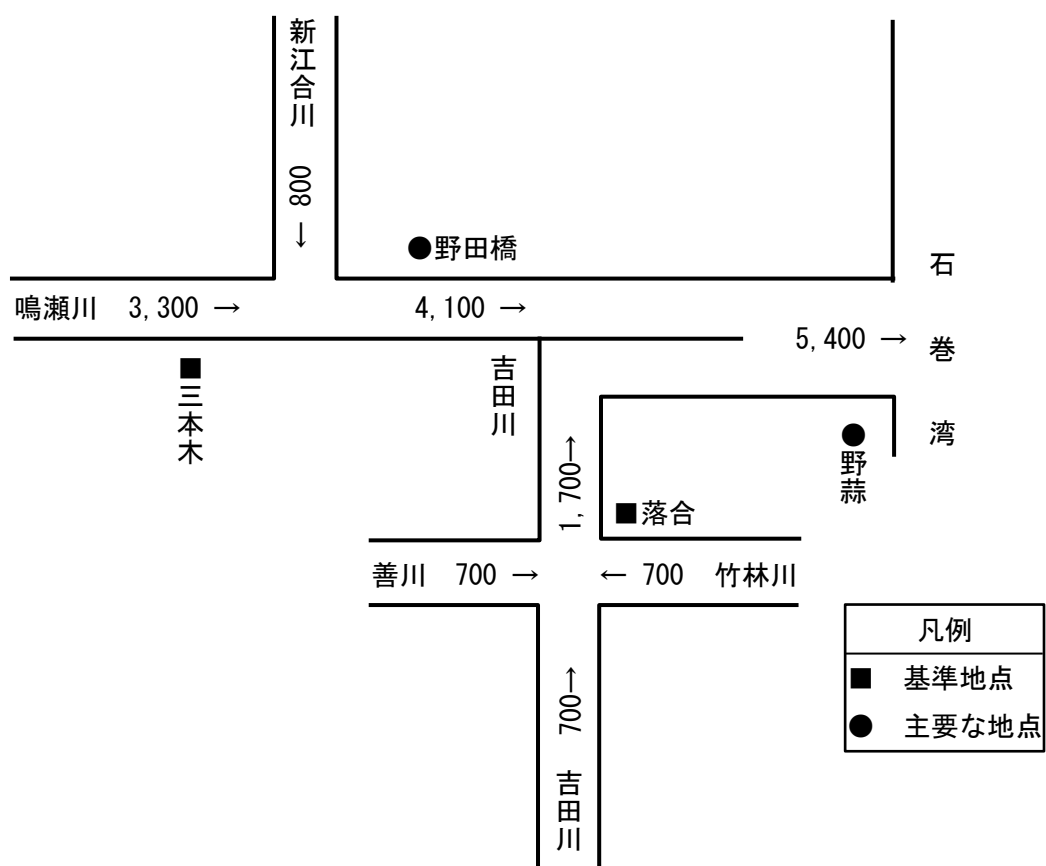


図 3.1 計画高水流量配分図

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間においては、周辺の社会的影響や河川環境等を考慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

- ①大臣管理区間の堤防は全川にわたってほぼ完成していること。
- ②計画高水位を上げることは、決壊時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
- ③既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること。また、計画高水位を上げることは堤内地での内水被害を助長するため、避けるべきであること。
- ④河道の安定を考慮した掘削高さの設定が重要であること。

計画縦断図を図 5.1、図 5.5 に示すとともに、主要な地点における計画高水位、及び概ねの川幅を表 4.1 に示す。

表 4.1 主要な地点における計画高水位及び川幅一覧表

河川名	地点名	※ ¹ 河口又は合流点からの距離 (km)	計画高水位 (T.P.m)	川幅 (m)
鳴瀬川	三本木	35.9	23.23	140
	野田橋	24.7	16.00	240
	野蒜	0.6	2.88 (※ ² 1.54)	350
吉田川	落合	27.9	12.86	160

(注)T.P.：東京湾中等潮位

※1：基点からの距離

※2：計画高潮位

【参考】気候変動の影響検討（河口水位）

IPCC のレポートでは、2010 年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6（2℃上昇に相当）で 0.29～0.59m であり、RCP2.6 シナリオの気候変動による水位上昇の平均値は 0.43m とされている。

朔望平均満潮位による出発水位（気候変動による海面上昇考慮）を試算した。

①朔望平均満潮位＋最大偏差＋密度差：T.P.+1558m

朔望平均満潮：T.P.+0.698m 最大偏差：+0.739m 密度差：0.121m

②気候変動による海面上昇量：RCP2.6 シナリオの平均値：0.43m

③上記の①＋②：T.P.+1.988m

以上より、気候変動による海面上昇を考慮した出発水位は T.P.+1.988m は、痕跡水位の最高値から設定される現行出発水位 T.P.+2.262m に対し、約 0.3m 低い値であり、計画高水流量を計画高水位以下で流下可能であることを確認した。

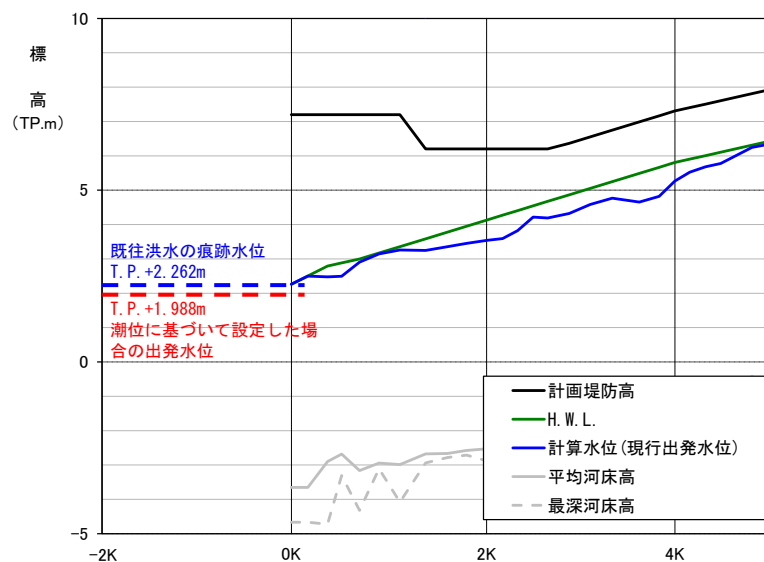


図 4.1 河口水位

5. 河川管理施設等の整備の状況

鳴瀬川および吉田川における河川管理施設等の整備状況は下記のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状（令和6年（2024年）3月末時点）は、下表のとおりである。

表 5.1 堤防整備の現状

大臣管理 区間延長 (km)	堤防延長(km)			
	堤防 必要区間	計画断面 堤防区間	暫定断面 堤防区間	堤防 不必要区間
85.6	154.5	112.5	42.0	5.5

(2) 洪水調節施設

＜鳴瀬川＞

完成施設 : 9,500 千 m³

残りの必要容量 : 概ね 36,100 千 m³

＜吉田川＞

完成施設 : 8,970 千 m³

残りの必要容量 : 概ね 31,300 千 m³

(3) 排水機場等

＜鳴瀬川＞

河川管理施設 : 72.0m³/s

許可工作物 : 50.6m³/s

＜吉田川＞

河川管理施設 : 0.0m³/s

許可工作物 : 62.5m³/s

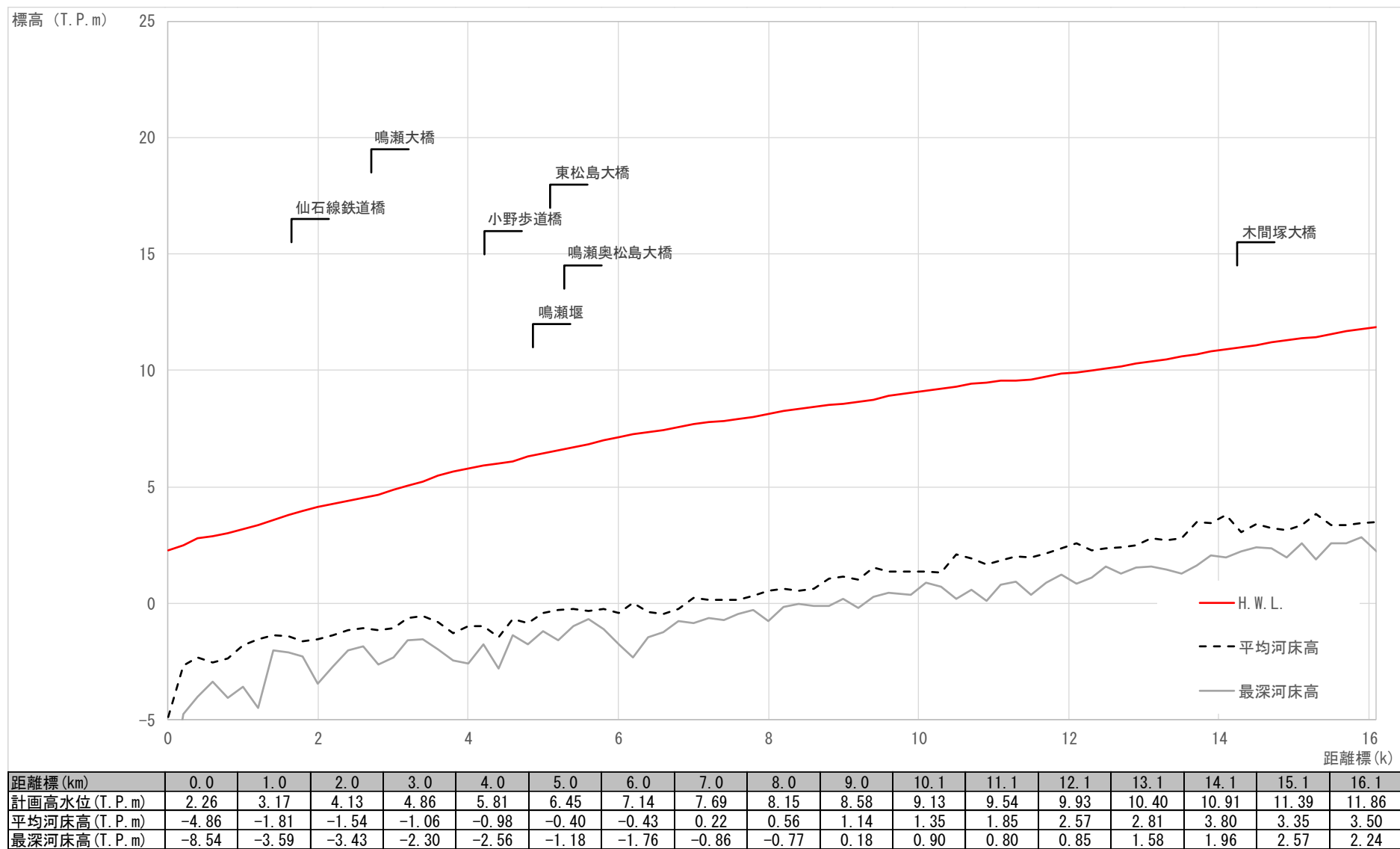


図 5.1 計画縦断面図 (鳴瀬川 1)

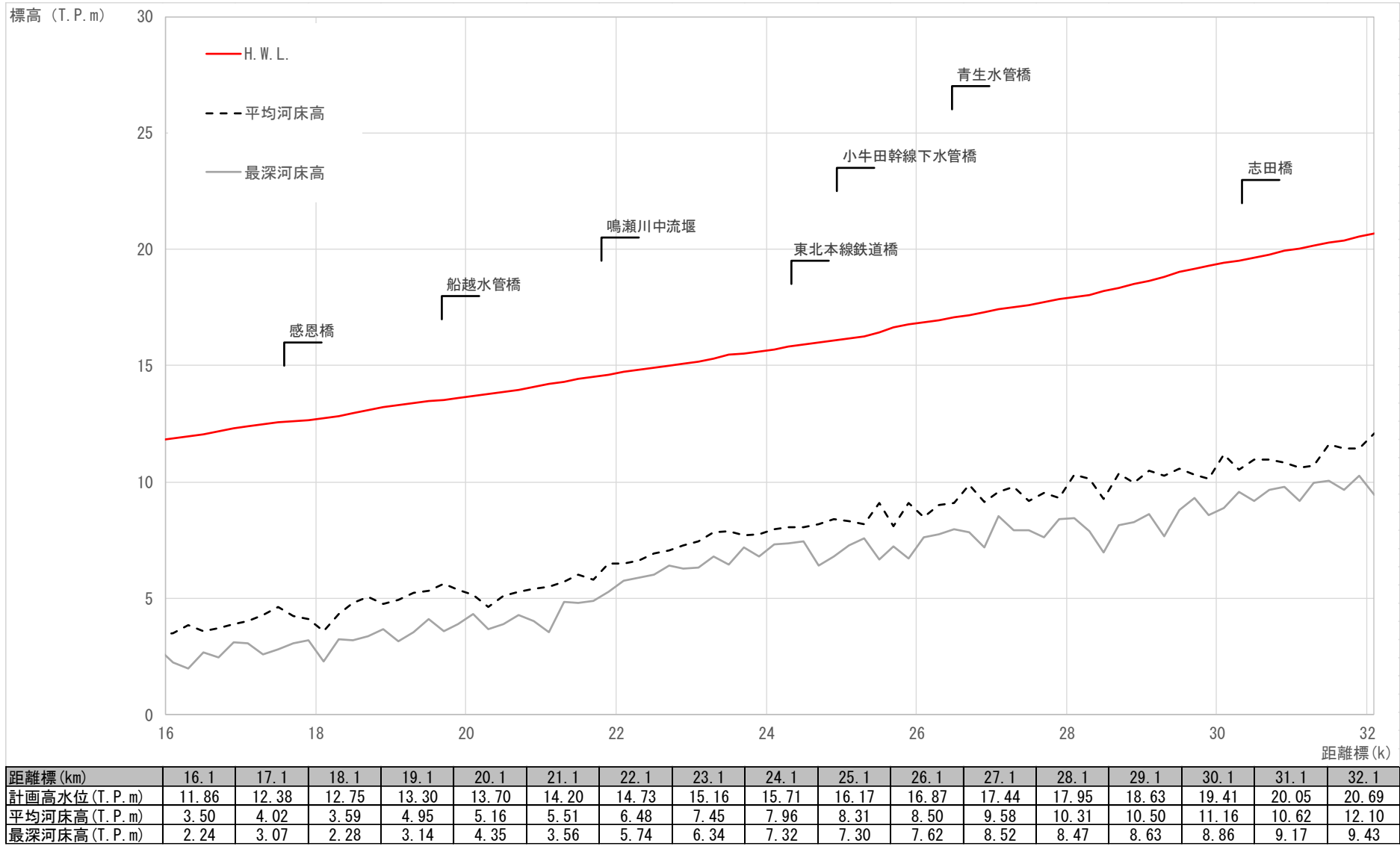


図 5.2 計画縦断面図 (鳴瀬川 2)

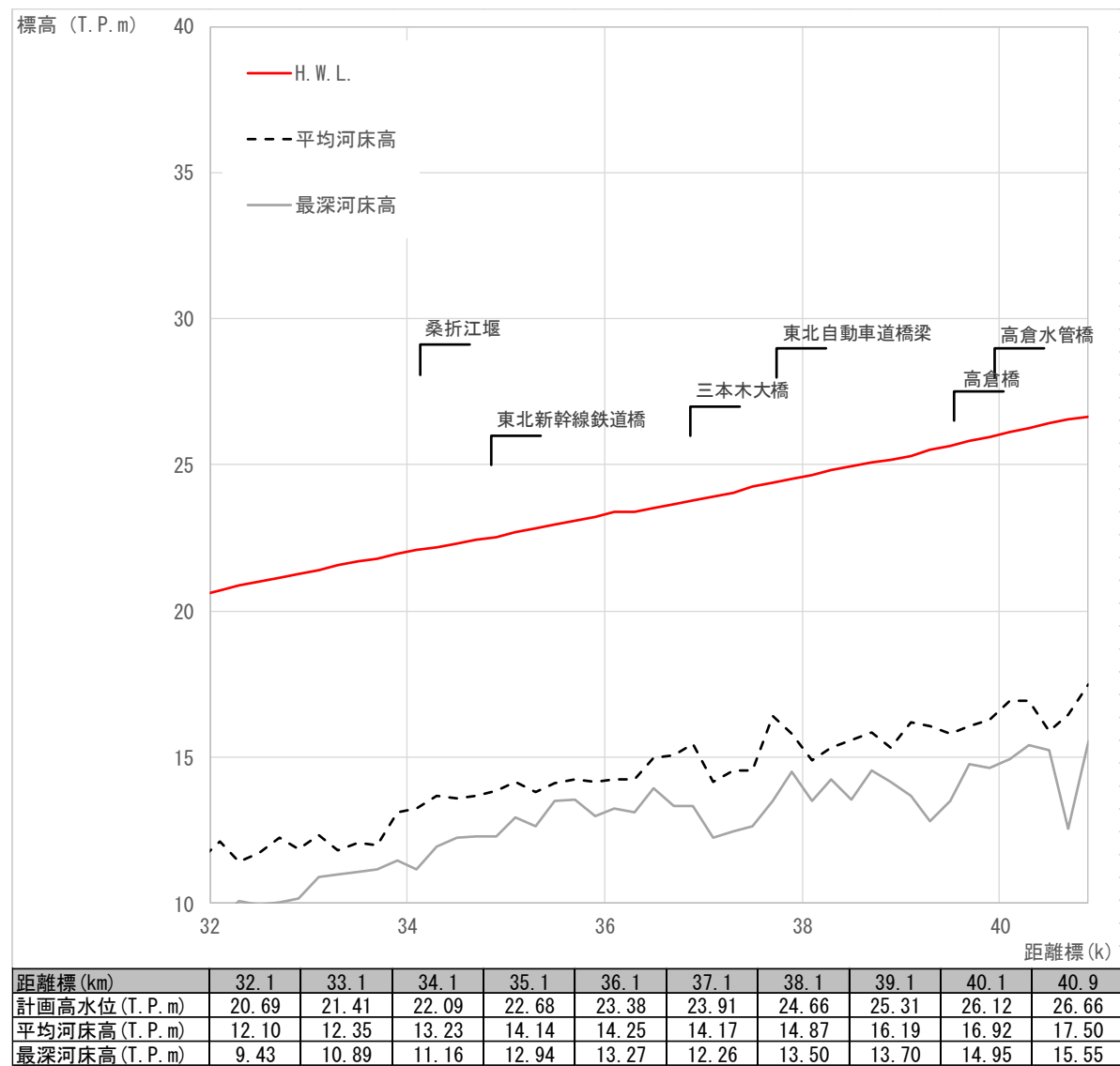


図 5.3 計画縦断図 (鳴瀬川 3)

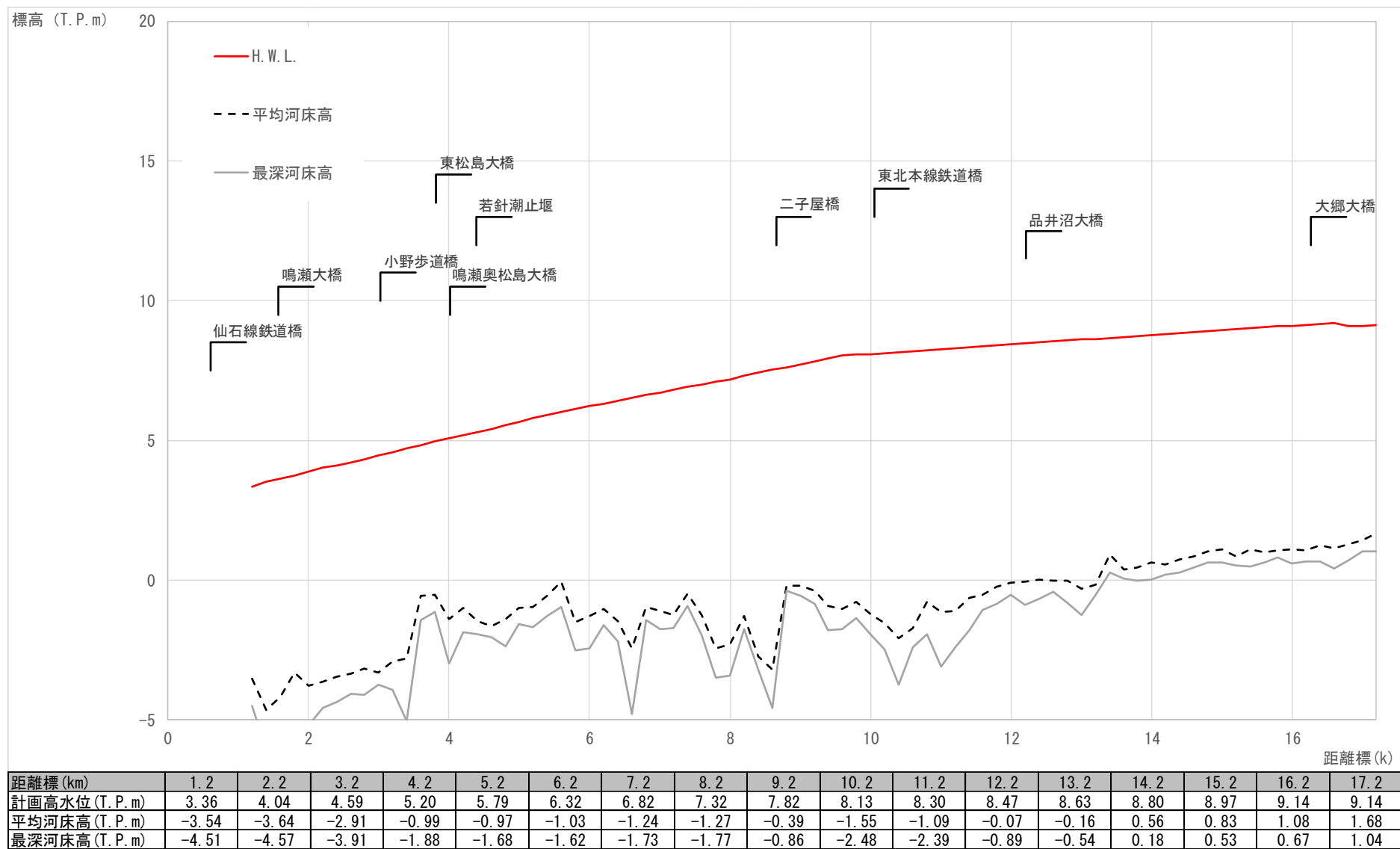


図 5.4 計画縦断図 (吉田川 1)

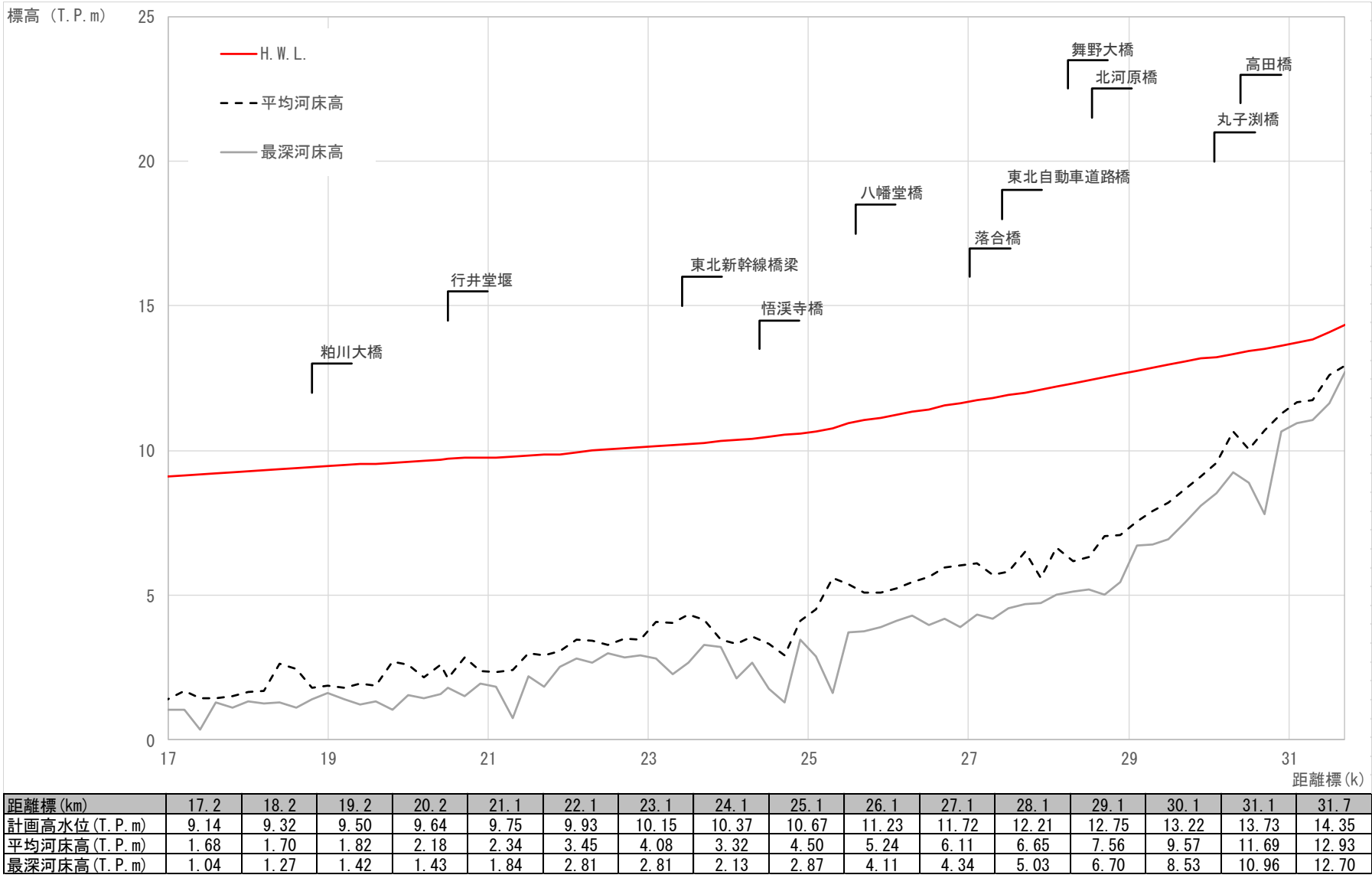


図 5.5 計画縦断面図 (吉田川 2)

